

## Acamamento e quebramento de colmo do milho sob aplicação de bioestimulante e doses de fertilizante nitrogenado

Caroline Gomes Ribeiro Sales<sup>(1)</sup>; Luciana Santos Araújo<sup>(2)</sup>; Marina Freitas e Silva<sup>(2)</sup>; Domingos da Costa Ferreira Júnior<sup>(3)</sup>; Cláudio José Faria Franco<sup>(4)</sup>; Ricardo Camara Werlang<sup>(5)</sup>; Césio Humberto de Brito<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Engenheira Agrônoma, Cargill; Uberlândia, MG; carolgrs@yahoo.com.br; <sup>(2)</sup>Discente em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; <sup>(3)</sup>Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; <sup>(4)</sup>Pesquisador, Syngenta; <sup>(5)</sup>Pesquisador; <sup>(6)</sup>Docente, Universidade Federal de Uberlândia.

**RESUMO:** O acamamento e o quebramento do colmo são responsáveis por grandes prejuízos na cultura do milho. O objetivo do presente trabalho foi avaliar, na cultura do milho, o uso de bioestimulante vegetal e níveis de adubação nitrogenada sobre a resistência das raízes ao arranquio e do colmo ao quebramento. Foi conduzido um experimento, em condições de campo, em Uberlândia – MG, durante o ano agrícola 2013/2014. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu à presença ou ausência de bioestimulante e o segundo fator a doses de nitrogênio (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N). As características avaliadas foram força necessária ao arranquio das plantas e força necessária ao quebramento de colmo, ambas em pré-colheita. Não houve interação entre os fatores avaliados. O fator doses de nitrogênio não influenciou as características avaliadas. Independente da dose de nitrogênio aplicada, o bioestimulante proporciona aumento na força necessária ao arranquio de plantas de milho. Porém, não influencia a força de quebramento do colmo.

**Termos de indexação:** regulador de crescimento, nitrogênio, *Zea mays* L.

### INTRODUÇÃO

O acamamento e o quebramento de plantas são responsáveis por grandes perdas na produção mundial de milho, pois dificulta ou até inviabiliza o processo de colheita. O acamamento pode ser definido como um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à posição original, o que resulta em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos. Esses fenômenos, cujos principais agentes são ventos e chuvas, dependem de fatores genéticos e fatores do clima, do solo e do manejo cultural (Gomes et al., 2010).

O incremento no crescimento e desenvolvimento da planta, bem como a manutenção da planta verde até o final do ciclo da cultura, ou seja, o stay green, podem favorecer que as raízes e o colmo fiquem mais resistentes ao acamamento e ao quebramento. O uso de bioestimulantes e o manejo adequado da adubação nitrogenada podem contribuir para o melhor desenvolvimento da cultura e para o aumento do stay green (Borrell et al., 2001; Dourado Neto et al., 2004).

Os bioestimulantes são compostos sintéticos que podem ser aplicados diretamente sobre as plantas, para promover o crescimento vegetativo, com intuito de incrementar a produção e melhorar a qualidade do produto (Rademacher, 2000). Assim, estes bioestimulantes têm sido empregados como técnica agrônômica em diversas culturas com intuito de aprimorar a produção.

A avaliação da resistência de plantas ao acamamento e ao quebramento em milho muitas vezes é dificultada pela ausência de ventos ou chuvas suficientes na maturidade fisiológica. Por isso, o uso da metodologia descrita por Gomes et al. (2010) tornam mais precisos os estudos de resistência ao acamamento e quebramento. Nessa metodologia são utilizados os aparelhos arrancômetro e inclinômetro, que avaliam, respectivamente, a força necessária ao arranquio da planta, para avaliação da resistência ao acamamento, e a força necessária ao quebramento do colmo, para avaliação da resistência ao quebramento.

Visto isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar, na cultura do milho, o uso de bioestimulante vegetal e níveis de adubação nitrogenada sobre a resistência das raízes ao arranquio e do colmo ao quebramento

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Syngenta, no município de Uberlândia – MG, durante o ano agrícola 2013/2014

em condições de segunda safra. A parcela experimental foi constituída de seis linhas de 4,2 m de comprimento, com espaçamento de 0,6 m entre linhas. A parcela útil do experimento foi constituída pelas quatro linhas centrais, totalizando 10,08 m<sup>2</sup>. Foi utilizado o híbrido de milho Status<sup>®</sup> Vip3.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu à presença ou ausência de bioestimulante e o segundo fator a doses de nitrogênio (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N).

O bioestimulante, composto por cinetina (0,09 g L<sup>-1</sup>), ácido giberélico (0,05 g L<sup>-1</sup>) e ácido 4-indol-3-ilbutírico (0,05 g L<sup>-1</sup>), foi aplicado via foliar, no estágio vegetativo V<sub>4</sub>, na dose de 250 mL ha<sup>-1</sup>.

Em semeadura, aplicou-se em todo o experimento o fertilizante NPK 08-20-20 na dose de 625 kg ha<sup>-1</sup>. Ou seja, foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em todos os tratamentos. Em cobertura, o restante do fertilizante nitrogenado foi aplicado conforme o nível de cada tratamento. A adubação de cobertura foi realizada manualmente a lanço na entrelinha, utilizando-se sulfato de amônio (21% de N).

As características avaliadas foram força necessária ao arranquio das plantas e força necessária ao quebramento de colmo, ambas em pré-colheita.

A força necessária ao quebramento do colmo foi avaliada em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil com o uso do aparelho inclinômetro, equipado com dinamômetro (Figura 1). Utilizou-se o método descrito por Gomes et al. (2010), que consiste em aplicar força transversal ao colmo na altura da espiga principal, com auxílio de uma corda, até o ponto de ruptura da planta. Ao romper-se o colmo, o dinamômetro registra a força necessária ao quebramento.



**Figura 1.** Avaliação da força necessária ao quebramento do colmo com o uso do inclinômetro.

A força necessária ao arranquio da planta foi avaliada em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil com o uso do aparelho arrancômetro, constituído por uma base de sustentação, uma manivela, um sistema de roldanas, uma garra e um dinamômetro (Figura 2). A metodologia, descrita por Gomes et al. (2010), consiste em exercer força vertical necessária para arrancar a planta. O sistema de roldanas distribui a força necessária ao arranquio em quatro partes, e o dinamômetro quantifica uma dessas partes. Para o cálculo da força total necessária ao arranquio da planta, aplicou-se a equação  $F = F_d \times 4$ , onde F é a força total (kgf) e F<sub>d</sub> é a força medida pelo dinamômetro (kgf).



**Figura 2.** Avaliação da força necessária ao arranquio da planta com o uso do arrancômetro.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Utilizou-se 0,05 como valor de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os fatores adubação nitrogenada e aplicação de bioestimulante. A adubação nitrogenada não influenciou as características avaliadas.

O fornecimento adequado de nitrogênio favorece o crescimento das plantas, além de que promove o stay green (Borrell et al., 2001). Por isso, esperava-se que adubação nitrogenada influenciasse as características avaliadas. Contudo, o experimento foi instalado em uma área experimental com longo histórico de condução de experimentos com soja e

milho e com uso de grandes doses de fertilizante nitrogenado. Por isso, acredita-se que mesmo nos tratamentos com aplicação de menores doses de fertilizante nitrogenado, houve suprimento razoável desse nutriente.

O bioestimulante aumentou a força necessária ao arranquio da planta (Tabela 1). Esse resultado é uma indicação de que, em condições adversas, como na ocorrência de ventos fortes, o bioestimulante pode tornar as plantas mais resistentes ao acamamento.

**Tabela 1** – Força necessária ao arranquio das plantas de milho em função da presença ou ausência de aplicação de bioestimulante.

Aplicação de bioestimulante	Força de arranquio das plantas (kgf)
Ausência	57,30 b <sup>/1</sup>
Presença	62,26 a

<sup>/1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Possivelmente, o bioestimulante propiciou maior desenvolvimento radicular. A utilização de bioestimulantes pode promover equilíbrio hormonal das plantas que, conseqüentemente, proporciona maior crescimento, principalmente do sistema radicular (Ferreira, 2006; Dourado Neto et al., 2014).

O bioestimulante utilizado no presente trabalho é composto por auxina (ácido indolbutírico), giberelina (ácido giberélico) e citocinina (cinetina). As giberelinas aumentam o alongamento e a divisão celular, tendo efeito no sistema radicular e as auxinas e citocininas exercem a regulação da alongação da raiz principal e na formação de raízes laterais (Taiz & Zeiger, 2004). Esse bioestimulante tem propiciado maior crescimento radicular em diversas culturas, como milho (Ferreira, 2006), soja (Klahold et al., 2006) e trigo (Cato, 2006).

O bioestimulante não influenciou a resistência ao quebramento do colmo (Tabela 2). Há relatos de aumento de matéria seca de colmo e de diâmetro de colmo com aplicação de bioestimulantes em milho (Dourado Neto et al., 2014; Oliveira et al., 2016). Contudo, no presente trabalho, esse possível efeito positivo no colmo não foi suficiente para influenciar a sua resistência ao quebramento no final do ciclo da cultura.

**Tabela 2** – Força necessária ao quebramento dos colmos de milho em função da presença ou ausência de aplicação de bioestimulante.

Aplicação de bioestimulante	Força de quebramento (kgf)
Ausência	0,78 a <sup>/1</sup>
Presença	0,78 a

Ausência	0,78 a <sup>/1</sup>
Presença	0,78 a

<sup>/1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

### CONCLUSÕES

Independente da dose de nitrogênio aplicada, o bioestimulante proporciona aumento na força necessária ao arranquio de plantas de milho. Porém, não influencia a força de quebramento do colmo.

As doses de nitrogênio não influenciam as características mencionadas anteriormente.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Syngenta, pelo apoio financeiro e estrutural.

### REFERÊNCIAS

- BORRELL, A.; HAMMER, G.; OOSTEROM, E. V. Stay-green: a consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling?. **Annals of Applied Biology**, Chichester, v. 138, n. 1, p. 91-95, 2001.
- CATO, S.C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoim, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2006.
- DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônomico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.371-379, 2014.
- FERREIRA, L.A. **Bioestimulante e fertilizantes associados ao tratamento de sementes de milho e soja**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2006.
- GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; BRITO, C. H. de; MORAES, D. F. de; LOPES, M. T. G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 140-145, 2010.
- KLHOLD, C.A.; GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M.M.; KLHOLD, A.; CONTIERO, R.L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.28, n.2, p.179-185, 2006.





OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, n.2, p.307-315, 2016.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, n. 1, p.501-531, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Acúmulo de Macronutrientes na Palha de Sorgo sob diferentes Manejos da Adubação nitrogenada e Inoculação com *Azospirillum brasilense* na Integração Lavoura-Pecuária

**Deyvison de Azevedo Soares<sup>(1)</sup>; Marcelo Andreotti<sup>(2)</sup>; Viviane Cristina Modesto<sup>(1)</sup>  
Allan Hisashi Nakao<sup>(1)</sup>; Lourdes Dickmann<sup>(1)</sup>; Isabô Melina Pascoaloto<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup>Discentes do PPG em Agronomia - Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: [deyvison\\_a.soares@hotmail.com](mailto:deyvison_a.soares@hotmail.com); <sup>(2)</sup>Docente do PPG em Agronomia – Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP.

**RESUMO:** A planta de sorgo é eficiente na produção de matéria seca, e quando manejada adequadamente, pode ciclar expressivas quantidades de nutrientes no sistema. Objetivou-se avaliar o acúmulo de macronutrientes na palha do sorgo com inoculação por *Azospirillum brasilense*, cultivado em sistema integrado lavoura-pecuária em diferentes manejos da adubação nitrogenada. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, sendo: 2-Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2-Sorgo inoculado nas sementes ou não com *Azospirillum brasilense*; e 3-aplicação total da recomendação de nitrogênio na semeadura ou aplicação total apenas em cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura). Foram avaliados os macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) acumulados na palha remanescente das plantas de sorgo. A adubação com 100% do N na cobertura e o cultivo solteiro resultou em maior acúmulo de nutrientes na palha do sorgo. O manejo da adubação nitrogenada influencia na aquisição de macronutrientes no sorgo. O consórcio com capim reduz o acúmulo de nutrientes na palha do sorgo. A inoculação de *A. brasilense* não influencia no acúmulo de nutrientes pela cultura.

**Termos de indexação:** palha remanescente, sorgo granífero, parcelamento.

### INTRODUÇÃO

O manejo inadequado de nutrientes nos agrossistemas pode representar uma das principais limitações para o satisfatório desenvolvimento das culturas, portanto, é necessária a adoção de práticas que garantam condições para que a planta

tenha à sua disposição, o nutriente no momento da demanda, conferindo-lhe maior eficiência em seu uso.

Algumas plantas de cobertura têm a capacidade de aumentar a disponibilidade de nutrientes, em especial, o nitrogênio (N), para a cultura em sucessão, pela ciclagem de nutrientes dos resíduos culturais e/ou pela fixação biológica do N<sub>2</sub> atmosférico, no caso das leguminosas (LOURENTE et al., 2007). Na cultura do sorgo, em geral, o N é o nutriente requerido em maiores quantidades (MATEUS et al., 2011), e devido à complexa dinâmica desse elemento no sistema solo-planta-atmosfera, é comum a sua deficiência em lavouras comerciais, evidenciada pelo porte raquítico das plantas e senescência prematura.

Nesse contexto, é interessante para o produtor, lançar mão de quaisquer tecnologias disponíveis, para otimizar a produtividade na propriedade, desde que tais tecnologias tenham fundamentos em resultados de pesquisas. Uma tecnologia que tem sido difundida no cerrado com bons resultados é o sistema integrado lavoura-pecuária, que consiste de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite e agroenergia.

Para somar, uma tecnologia barata que a pesquisa tem mostrado bons resultados (HUNGIRA, et al., 2010) é a inoculação de bactérias promotoras de crescimento, como a *Azospirillum brasilense*, nas sementes da cultura econômica.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de macronutrientes na palha (colmos+folhas) de sorgo granífero cultivado na safrinha em sistema integração lavoura-pecuária, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada, com e sem inoculação por *Azospirillum brasilense*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2015 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), área de Produção Vegetal, localizada no município de Selvíria/MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas de 6 m de comprimento e 3,15 m de largura, em esquema fatorial 2x2x3, com 4 repetições, sendo: 2 - Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2 - Sorgo inoculado nas sementes ou não, com *Azospirillum brasilense*; e 3 - aplicação de 100% da recomendação de nitrogênio (N) na semeadura; 100% apenas em cobertura, ou parcelada, sendo 30% na semeadura e 70% no início do estágio EC2 (iniciação da panícula), na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando-se ureia como fonte. Nos tratamentos em consórcio utilizou-se a forrageira *Urochloa brizantha*, BRS Paiaguás. A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/20 kg de sementes. A inoculação foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

O experimento foi implantado numa área que vem sendo cultivada com culturas anuais em sistema plantio direto há 10 anos, sendo a cultura anterior milho. Antes da implantação, analisou-se a fertilidade do solo na camada de 0 a 0,20 m (RAIJ et al., 2001). Realizou-se uma dessecação da flora daninha da área, com uso do herbicida Glyphosate (1,44 kg ha<sup>-1</sup> i. a.), em seguida foi realizado a trituração dos resíduos vegetais empregando um triturador horizontal (Triton).

O sorgo foi semeado mecanicamente em 17/03/2015 em SPD. Utilizou-se o híbrido Rancheiro, em espaçamento de 0,45 m entrelinhas. A adubação de semeadura constou de 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg de K<sub>2</sub>O, utilizando-se como fontes, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura do capim-Paiaguás foi realizada simultaneamente à do sorgo, efetuada com uma semeadora-adubadora própria para SPD. Foi semeada 1 linha da forrageira em cada entrelinha do sorgo. As sementes foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, espaçadas em 0,45 m, utilizando-se aproximadamente 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis (Valor cultural = 60%). O N foi aplicado conforme os tratamentos de momentos de adubação, em que nos tratamentos com aplicação em cobertura, realizou-se a adubação quando as plantas apresentavam aproximadamente 0,30 m de altura (24/04/2015), a lanço na parcela

experimental.

No momento da colheita do sorgo (18/06/2015) determinou-se a produtividade de palhada, a partir da coleta das plantas contidas nas 3 linhas centrais desprezando-se 1,5 m em cada extremidade. Posteriormente, a fração colmos+folhas foram separadas e pesadas, das quais também foram separadas sub amostras de cada componente (folha e colmo) e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir a massa constante para determinação da quantidade de matéria seca que ficou como palhada na área. Da matéria seca produzida, após pesada e moída foram avaliados os teores de N, P, K, Ca e Mg (MALAVOLTA et al., 1997), para cálculo do acúmulo de nutrientes na fração colmos+folhas do sorgo. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05) e as médias comparados pelo teste de Tukey (P<0,05) com o auxílio do programa computacional SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação nitrogenada realizada em diferentes momentos na cultura do sorgo interferiu no acúmulo de N, Ca e Mg e não interferiu nos acúmulos de P e K. Observa-se as maiores quantidades médias acumuladas de N na palha da cultura, quando ela recebeu a quantidade total do nutriente (120 kg ha<sup>-1</sup> de N) apenas em cobertura e, também, quando a adubação foi realizada de forma parcelada (30% - 70%, semeadura e cobertura, respectivamente). Quanto à aplicação de 100% da recomendação apenas na semeadura, houve menor acúmulo de N em relação aos demais manejos da adubação (Tabela1).

Os acúmulos de Ca e Mg apresentaram o mesmo comportamento, sendo que, quando aplicado 100% do N apenas em cobertura, as plantas de sorgo apresentaram as maiores quantidades médias desses dois nutrientes na palha e, assim como ocorreu para o N, os acúmulos dos dois nutrientes foram menores quando da aplicação de 100% da recomendação de N apenas na semeadura (Tabela 1). Esses valores representam cerca de 10,6% e 11,2% a menos de Ca e Mg ciclados pela palha da cultura, respectivamente, comparado ao tratamento 0% - 100%.

Quanto às modalidades de semeadura, observa-se que o acúmulo de todos os nutrientes avaliados foi significativamente superior nas palhas das plantas cultivadas solteiras, quando comparadas àquelas cultivadas em consórcio com o capim-Paiaguás. Uma possível explicação para tal comportamento, seria a competição interespecífica entre as plantas de sorgo e capim, uma vez que,

quando em consórcio, as culturas compartilham dos mesmos recursos do meio. Mateus et al. (2011) ressaltam que a competição por nutrientes ocorre principalmente para o N, uma vez que as espécies consorciadas, nesse caso, são gramíneas, e o nutriente em questão é o mais extraído e o mais limitante à produção de ambas as espécies.

Para o fator inoculação, houve diferença significativa nas quantidades acumuladas de P e Ca nas palhas do sorgo (Tabela 1).

Houve interação significativa entre os fatores semeadura x inoculação e semeadura x adubação, para os acúmulos de N e P, respectivamente, e inoculação x adubação para o acúmulo de N nas palhas do sorgo.

Quando as sementes do sorgo foram inoculadas com *A. brasilense* e cultivadas solteiras, ocorreu os maiores valores de acúmulo de N na palha, comparado às plantas inoculadas cultivadas em consórcio (Tabela 2A).

Para as plantas de sorgo que receberam 30% - 70% da adubação na semeadura e cobertura, respectivamente, não houve diferença no acúmulo de N, quando cultivadas em consórcio ou solteiras. Enquanto que para os demais manejos da adubação nitrogenada, os maiores acúmulos de N nas plantas ocorreram quando cultivadas solteiras. Em consórcio, as plantas de sorgo apresentaram maiores acúmulos de N com a adubação nitrogenada parcelada (30% - 70%), enquanto que, quando cultivadas solteiras, o maior acúmulo do nutriente foi observado quando toda a recomendação foi aplicada apenas em cobertura (0 - 100%) (Tabela 2B).

Ainda a respeito da modalidade de semeadura e manejos da adubação, houve interação entre esses fatores que refletiu nas maiores quantidades de P acumuladas nas plantas cultivadas solteiras que receberam 0 - 100% e 30% - 70% do N na semeadura e em cobertura, respectivamente (Tabela 2B).

Houve interação entre inoculação x adubação, em que na ausência de inoculação as plantas de sorgo acumularam maiores quantidades de N na palha quando a adubação foi parcelada, 30% - 70% da recomendação na semeadura e em cobertura, respectivamente (Tabela 2B).

## CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo, a aplicação de recomendação total do adubo nitrogenado em cobertura na cultura do sorgo, proporcionou maior acúmulo de nutrientes na palha remanescente da cultura.

O cultivo do sorgo granífero em consórcio com *Urochloa brizantha* reduz o acúmulo de macronutrientes na palha remanescente da cultura do sorgo.

A inoculação das sementes de sorgo com *A. brasilense* não resulta em maiores acúmulos de macronutrientes na palha remanescente da cultura do sorgo.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. **SiSVAR**: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 331, n. 1/2, p. 413-425, 2010.

LOURENTE, E. R. P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C. MARCHETTI, M. E.; RODRIGUES, E. T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.



Tabela 1. Acúmulo de macronutrientes na matéria seca remanescente da cultura do sorgo granífero sob diferentes manejos da adubação nitrogenada, em consórcio com capim-Paiaguás ou solteiro com ou sem inoculação de *A. brasilense*<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	N <sup>(2)(3)(4)</sup>	P <sup>(3)</sup>	K	Ca	Mg
	kg ha <sup>-1</sup>				
<b>Adubação*</b>					
0% - 100%	72,70a	9,60a	60,59a	16,10a	17,33a
30% - 70%	71,91a	9,97a	59,44a	15,47ab	15,79ab
100% - 0%	63,97b	9,64a	54,62a	14,48b	15,40b
<b>Semeadura</b>					
Consórcio	63,32b	9,08b	54,63b	14,71b	15,61b
Solteiro	75,53a	10,39a	61,80a	15,99a	17,41a
<b>Inoculação</b>					
Inoculado	68,26a	9,08b	56,92a	14,59b	16,06a
Não inoculado	70,59a	10,39a	59,51a	16,11a	16,96a
CV%	11,74	10,23	15,07	9,93	11,95

<sup>(1)</sup>Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>(2)</sup>Interação entre os fatores semeadura e inoculação; <sup>(3)</sup>Interação entre os fatores semeadura e adubação; <sup>(4)</sup>Interação entre os fatores inoculação e adubação.\*Semeadura e em cobertura, respectivamente

Tabela 2. Desdobramento da interação entre semeadura e inoculação, semeadura e adubação, e inoculação e adubação, para o acúmulo de N e P na matéria seca remanescente de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-paiaguás e solteiro<sup>(1)</sup>.

Tabela 2A.		Semeadura	
Inoculação	Consortio	N kg ha <sup>-1</sup>	
Inoculado	64,76Ab	71,76Ba	
Não inoculado	61,88Ab	79,31Aa	
Tabela 2B.		Semeadura	
Adubação	Consortio	N kg ha <sup>-1</sup>	
0% – 100%	63,77ABb	81,64Aa	
30% - 70%	68,31Aa	75,50ABa	
100% - 0%	57,88Bb	69,46Ba	
		P kg ha <sup>-1</sup>	
0% – 100%	8,58Ab	10,62Aa	
30% - 70%	9,38Ab	10,55Aa	
100% - 0%	9,27Aa	10,01Aa	
Tabela 2C.		Inoculação	
Adubação	Inoculado	N kg ha <sup>-1</sup>	
0% – 100%	72,43Aa	72,98ABa	
30% - 70%	68,06Aa	75,75Aa	
100% - 0%	64,30Aa	63,04Ba	

<sup>(1)</sup>Letras maiúsculas iguais na mesma coluna e minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

## Acúmulo de macronutrientes primários, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

**Iran Dias Borges<sup>(1)</sup>; Lorena Martins Brandão<sup>(2)</sup>; Antônio Augusto Nogueira Franco<sup>(3)</sup>; Marcos Koiti Kondo<sup>(4)</sup>; Tatiane Renata de Souza Moreira<sup>(5)</sup>; Vichthória Assis de Souza<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; idb@ufsj.edu.br; <sup>(2)</sup> Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(3)</sup> Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros; <sup>(4)</sup> Professor Universidade Estadual de Montes Claros; <sup>(5)</sup> Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(6)</sup> Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

**RESUMO:** Um experimento foi instalado na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 610 com objetivo de determinar o acúmulo de macronutrientes primários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. O acúmulo de N, P e K em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra tem seu ponto de máximo no final do ciclo. Os acúmulos de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro têm a seguinte ordem decrescente:  $K > N > P$  na safra e  $N > K > P$  na rebrota. A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo. O acúmulo de matéria seca em sorgo forrageiro cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

**Termos de indexação:** Fertilização, marcha de absorção, *Sorghum bicolor* L.

### INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta rústica que se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de

diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Dessa forma, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação especiais.

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de macronutrientes primários no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 610 em duas épocas: safra e rebrota.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha<sup>-1</sup> que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de

produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de N e K na safra tem

comportamento quadrático com valores máximos estimados pela equação de regressão de 121 dias após a emergência para ambos os nutrientes (**Figura 1**). Contudo, na rebrota, o acúmulo destes dois nutrientes tem comportamento linear crescente, sendo que para cada dia após a emergência há um incremento de 1,74 kg de N e 1,34 kg de K (**Figura 2**).

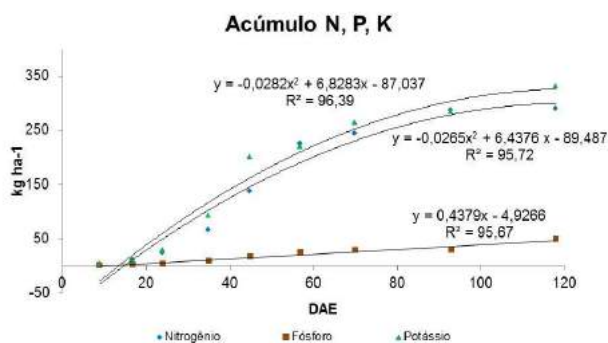
Os nutrientes N e K foram os mais acumulados pela planta de sorgo com K>N na safra e N>K na rebrota (**Figuras 1 e 2**).

Pitta et al., (2001), estudando a extração média de nutrientes pela cultura do sorgo em diferentes níveis de produtividade verificaram que a maior exigência do sorgo refere-se ao N e K.

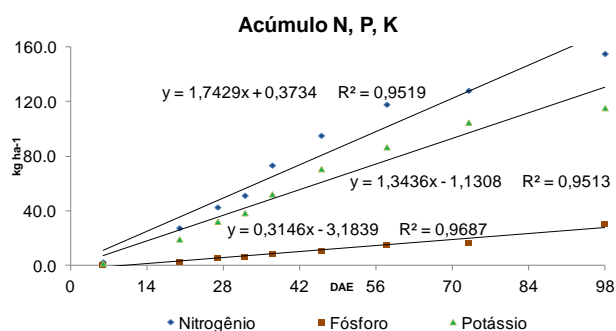
Fonseca et al., (2008) observaram a mesma ordem de extração dos nutrientes: K>N, porém, Cantarella et al., (1997) indicaram maior extração de N em relação a K, corroborando com a extração na rebrota nas condições de realização deste trabalho.

O acúmulo de P na safra e na rebrota tem comportamento linear e crescente com incremento de 0,44 kg e 0,31 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para cada dia após a emergência respectivamente (**Figuras 1 e 2**).

O acúmulo de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota é crescente em função dos dias após a emergência com os máximos valores obtidos na maturidade fisiológica.



**Figura 1.** Acúmulo de N, P, K em plantas de sorgo forrageiro na safra, em kg ha<sup>-1</sup>, em função dos dias após a emergência (DAE).



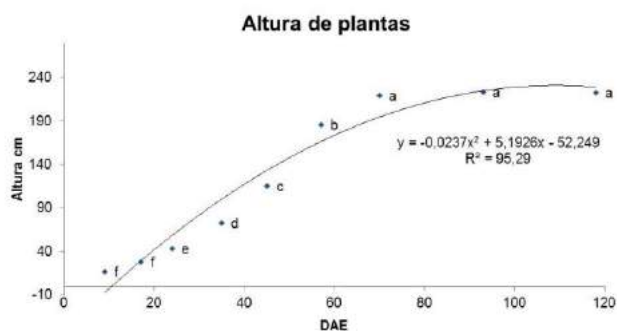
**Figura 2.** Acúmulo de N, P, K em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em kg ha<sup>-1</sup>, em função dos dias após a emergência (DAE).

A altura das plantas de sorgo tem comportamento quadrático na safra e na rebrota com valores máximos observados ocorrendo durante o florescimento (**Figuras 3 e 4**).

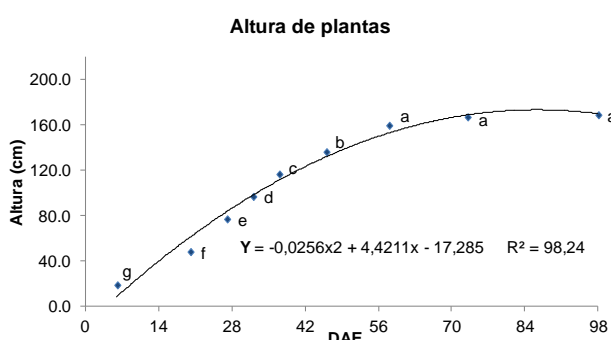
A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota são observados a partir da época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo.

Andrade Neto et al., (2010) estudando o sorgo forrageiro BRS 601 sob adubação verde concluíram que a partir dos 80 Dias Após a Semeadura (DAS), a altura do sorgo se estabilizou.

Formiga et al., (2012) observou um lento crescimento inicial do sorgo até os 43 DAS.



**Figura 3.** Altura de plantas de sorgo forrageiro na safra, em cm, em função dos dias após a emergência (DAE).



**Figura 4.** Altura de plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em cm, em função dos dias após a emergência (DAE).

O acúmulo de matéria seca nas plantas tem comportamento linear crescente na safra e na rebrota, com incremento de 189,75 kg e 90,235 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para cada dia após a emergência (**Figuras 5 e 6**). Assim, observa-se que a matéria seca das plantas de sorgo forrageiro na rebrota da safra é cerca de 47% da matéria seca proporcionada pelo plantio da safra (primavera-verão).

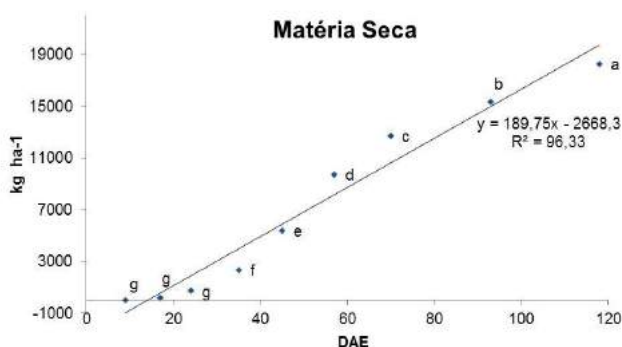
O acúmulo de matéria seca na safra é lento nos estádios iniciais com baixos valores observados na Estação de Crescimento1 (antecede a diferenciação do meristema apical em meristema floral) (**Figura 5**). Assim, é possível inferir que a adubação em cobertura deve ser realizada no plantio da safra na quarta semana após a emergência, e para a rebrota na terceira semana após a emergência.

O acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota é crescente em função dos dias após a emergência com os máximos valores obtidos sempre na maturidade fisiológica.

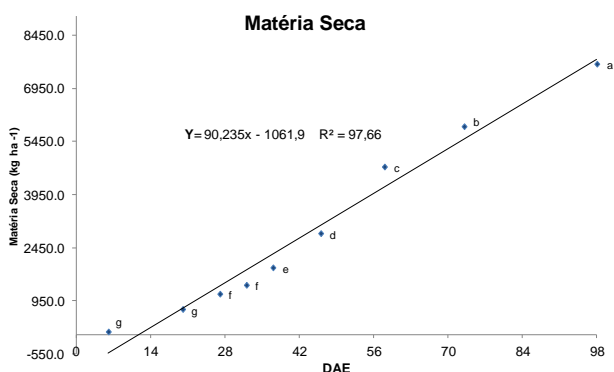
Duarte (2003) estudando a cultura do milho observou que o acúmulo de matéria seca e de macronutrientes atingiu valores máximos antes do período de maturidade fisiológica dos grãos.

A produtividade máxima de matéria seca das plantas obtida neste trabalho foi de 18,3 t ha<sup>-1</sup> na safra e 7,6 t ha<sup>-1</sup> na rebrota; valores abaixo aos de Santos et al., (2015) que alcançou valor máximo de 20 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca para sorgo sacarino; entretanto superiores aos de Pivetta (2014) que teve cerca de 17 t ha<sup>-1</sup>, em pesquisa com dois híbridos de sorgo sacarino e inferior a média de quatro variedades que obtiveram 37 t ha<sup>-1</sup> do trabalho de Soares (2013).





**Figura 5.** Acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na safra, em t ha<sup>-1</sup>, em função dos dias após a emergência (DAE).



**Figura 6.** Acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em t ha<sup>-1</sup>, em função dos dias após a emergência (DAE).

## CONCLUSÕES

O acúmulo de N, P e K em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra tem seu ponto de máximo no final do ciclo.

Os acúmulos de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro têm a seguinte ordem decrescente: K > N > P na safra e N > K > P na rebrota.

A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo.

O acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

## AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.

Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. Van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. Van. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 45-47. Boletim Técnico, 100.

DUARTE, A. P. *et al.* Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperadas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 1-20, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FONSECA, I. M.; PRADO, R. M. de.; ALVES, A. U. Crescimento e nutrição do sorgo (cv. BRS 304) em solução nutritiva. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Jaboticabal, v. 8, n. 2, p. 113-124, 2008

FORMIGA, M. S.; FERREIRA, A. C.; TRAVASSOS, K. D.; BARACUHY, J. G. V.; LIMA, V. L. A.; DANTAS, J. P. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero sacarino. Revista Educação Agrícola Superior, Campina Grande, v. 27, n. 1, p. 3-12, 2012.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.

PIVETTA, R.S. Acúmulo de matéria seca e nutrientes de híbridos de sorgo sacarino em condições de safrinha em Selvíria-MS. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Ilha Solteira, SP. 2014. 52 p. (Tese de Mestrado).

SANTOS, F. C.; CRUZ, S. C. B.; COTA, L. V.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; KURIHARA, C. H.; MAY, A. Marcha de acúmulo de matéria seca e macronutrientes do sorgo sacarino. XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo – Natal, RN, 2015.

SOARES, E.R. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por cultivares de sorgo sacarino. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. 2013. 41 p. (Tese de Mestrado)



## Acúmulo de macronutrientes secundários, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

**Lorena Martins Brandão** <sup>(1)</sup>; **Iran Dias Borges** <sup>(2)</sup>; **Antônio Augusto Nogueira Franco** <sup>(3)</sup>; **Marcos Koiti Kondo** <sup>(4)</sup>; **Tatiane Renata de Souza Moreira** <sup>(5)</sup>; **Victhória Assis de Souza** <sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas; Minas Gerais; [lmartinsbrandao@yahoo.com.br](mailto:lmartinsbrandao@yahoo.com.br);  
<sup>(2)</sup> Professor Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(3)</sup> Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros; <sup>(4)</sup> Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; <sup>(5)</sup> Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(6)</sup> Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

**RESUMO:** Foi conduzido um experimento na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 160 com objetivo de determinar o acúmulo de macronutrientes secundários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações dos teores dos nutrientes. O acúmulo de macronutrientes secundários na safra e na rebrota seguiu a seguinte ordem decrescente:  $Ca > Mg > S$ . Porém, os dois últimos têm um acúmulo bastante semelhante na rebrota. O acúmulo de Ca, Mg e S em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra tem seu ponto máximo no final do ciclo. A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo. O acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

**Termos de indexação:** Fertilização, marcha de absorção, *Sorghum bicolor* L.

### INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta rústica que se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Dessa forma, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação especiais.

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de macronutrientes secundários no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 160 em duas épocas: safra e rebrota.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha<sup>-1</sup>. Este híbrido apresenta comprovada

adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Os teores de Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica; e S por turbidimetria.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

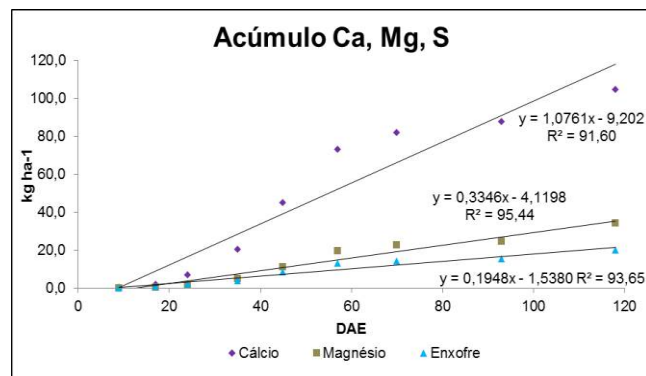
O acúmulo de Ca, Mg e S tanto na safra quanto na rebrota teve comportamento linear crescente com valores da quantidade máxima acumulada obtidos na maturidade fisiológica (**Figuras 1 e 2**).

O acúmulo de Ca foi maior que Mg e S tanto na safra quanto na rebrota com um incremento de 1,07 kg e 0,95 kg de K<sub>2</sub>O para cada dia após a emergência, respectivamente.

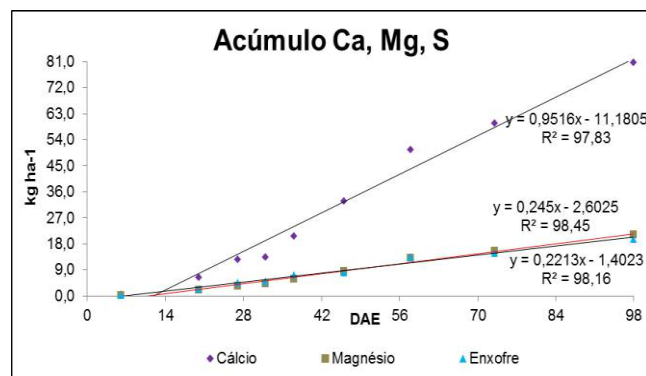
O acúmulo de macronutrientes secundários na safra e na rebrota seguiu a seguinte ordem decrescente: Ca>Mg>S. Porém, os dois últimos tiveram um acúmulo bastante semelhante na rebrota tendo uma leve diferença na maturidade fisiológica quando o acúmulo de Mg foi maior (**Figura 2**).

O acúmulo de macronutrientes secundários em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota foi crescente em função dos dias após a emergência com os máximos valores obtidos na maturidade fisiológica.

Outros estudos corroboram aos resultados observados quanto ao acúmulo de macronutrientes secundários. Pitta et al., (2001) concluiu que a extração de Ca e Mg aumenta de modo linear com o acréscimo na produtividade.



**Figura 1.** Acúmulo de Ca, Mg e S em plantas de sorgo forrageiro na safra, em kg ha<sup>-1</sup>, em função dos dias após a emergência (DAE).



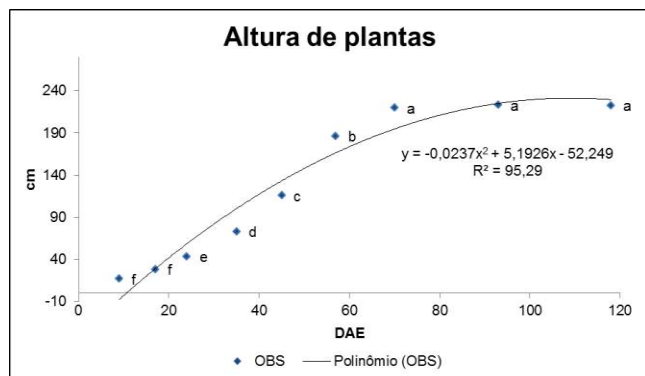


**Figura 2.** Acúmulo de Ca, Mg e S em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em  $\text{kg ha}^{-1}$ , em função dos dias após a emergência (DAE).

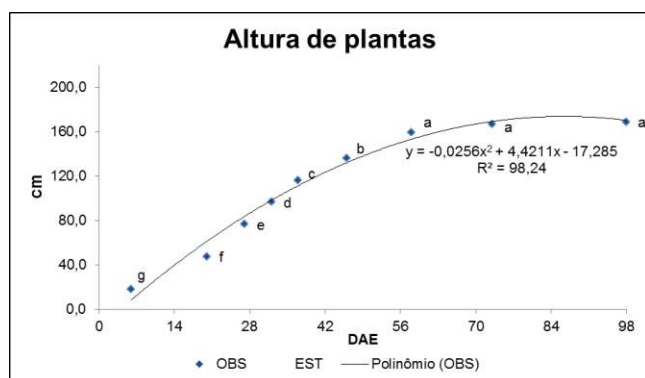
A altura das plantas de sorgo teve comportamento quadrático na safra e na rebrota com valores máximos observados ocorrendo durante o florescimento (**Figuras 3 e 4**).

A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota foram observados a partir da época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo.

Segundo Costa (2013), avaliando a fenologia do sorgo forrageiro, constatou que aos 75 dias após emergência a planta estabilizou seu crescimento até o final do ciclo, atingindo 2,35 metros de altura, muito próximo aos resultados obtidos neste trabalho.



**Figura 3.** Altura de plantas de sorgo forrageiro na safra, em cm, em função dos dias após a emergência (DAE).



**Figura 4.** Altura de plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em cm, em função dos dias após a emergência (DAE).

O acúmulo de matéria seca nas plantas teve comportamento linear crescente na safra e na

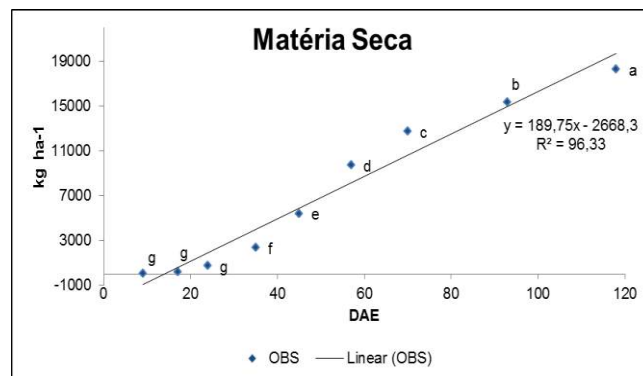
rebrota, com incremento de  $189,75 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $90,235 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente para cada dia após a emergência (**Figuras 5 e 6**). Assim, observa-se que a matéria seca das plantas de sorgo forrageiro na rebrota da safra foi cerca de 47% da matéria seca proporcionada pelo plantio da safra (primavera-verão).

O acúmulo de matéria seca na safra foi lento nos estádios iniciais com baixos valores observados na Estação de Crescimento 1 (antecede a diferenciação do meristema apical em meristema floral) (**Figura 5**). Assim, é possível inferir que a adubação em cobertura deve ser realizada no plantio da safra na quarta semana após a emergência, e para a rebrota na terceira semana após a emergência.

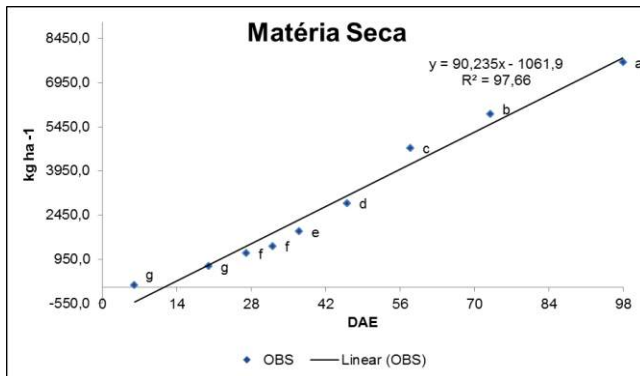
O acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota foi crescente em função dos dias após a emergência com os máximos valores obtidos sempre na maturidade fisiológica.

A altura da planta está vinculada diretamente a produtividade de massa seca das forragens (Pinho et al., 2007). Segundo Gontijo et al., (2002), o rendimento das cultivares é relacionado ao porte da planta.

Costa (2013) verificando o peso de massa seca da planta de sorgo notou que seu crescimento é reduzido nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura corroborando com os dados nas condições deste trabalho.



**Figura 5.** Acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na safra, em  $\text{t ha}^{-1}$ , em função dos dias após a emergência (DAE).



**Figura 6.** Acúmulo de matéria seca em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em t ha<sup>-1</sup>, em função dos dias após a emergência (DAE).

Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação, proteína bruta e digestibilidade in vitro. Revista Brasileira de Zootecnia. v.31 n.4, p.1640-1 647, 2002.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES, I. D.; RESENDE, V. de. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. Revista Bragantia, v.66, n.2, 2007.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.

## CONCLUSÕES

O acúmulo de macronutrientes secundários na safra e na rebrota seguiu a seguinte ordem decrescente: Ca>Mg>S. Porém, os dois últimos têm um acúmulo bastante semelhante na rebrota.

O acúmulo de Ca, Mg e S em plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra tem seu ponto máximo no final do ciclo.

A altura máxima das plantas de sorgo na safra e na rebrota ocorre na época do florescimento das plantas, sem alteração significativa até o fim do ciclo.

O acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo cresce linearmente na safra e na rebrota até a maturidade fisiológica.

## AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas. Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da UNIMONTES pela parceria.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

COSTA, R. Q. Fenologia e análise de crescimento do sorgo forrageiro volumax em Vitória da Conquista – BA. Dissertação. Universidade Estadual do Sudoestes da Bahia – UESB, 2013.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; CÂNDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F.



## Acúmulo de Matéria seca e Nitrogênio em Milho cultivado sobre Palhas de Leguminosas arbóreas

**Deyvison de Azevedo Soares<sup>(1)</sup>; Debora Cristina da Silva<sup>(2)</sup>; Anágila Janenis Cardoso Silva<sup>(3)</sup>; Francisca Maria da Silva Correia<sup>(4)</sup>; Alana das Chagas Ferreira Aguiar<sup>(5)</sup>; Leonardo de Lima Froio<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup>Discente do PPG em Agronomia - Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP-FEIS), Ilha Solteira, SP. E-mail: [deyvison\\_a.soares@hotmail.com](mailto:deyvison_a.soares@hotmail.com);

<sup>(2)</sup>Discente do PPG em Produção Vegetal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE; <sup>(3)</sup>Discente do PPG em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (UFMA-CCAA), Chapadinha, MA; <sup>(4)</sup>Eng<sup>a</sup> Agrônoma, UFMA-CCAA, Chapadinha, MA; <sup>(5)</sup>Docente do PPG em Ciência Animal da UFMA-CCAA, Chapadinha, MA. <sup>(6)</sup>Discente do Curso de Engenharia Agrônoma da UNESP-FEIS, Ilha Solteira, SP.

**RESUMO:** A adubação verde pode contribuir para a cobertura e proteção do solo, bem como para a nutrição nitrogenada mais equilibrada para a cultura cultivada sobre os resíduos. Objetivou-se avaliar o acúmulo de nitrogênio e matéria seca em plantas de milho cultivadas em sistema plantio direto na palha de leguminosas arbóreas e identificar a combinação de resíduos de leguminosas mais eficiente no fornecimento de nitrogênio à cultura do milho. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo as seguintes combinações de adubos verdes: Gliricídia+Sombreiro+ureia; Gliricídia+Acácia+ureia; Leucena+Sombreiro+ureia; Leucena+Acácia+ureia; solo sem cobertura+ureia e o controle. Em geral, houve maior acúmulo de nitrogênio e matéria seca nas plantas de milho cultivadas nos tratamentos com combinações de leguminosas. Na combinação gliricídia+sombreiro+ureia ocorreu o maior aproveitamento de nitrogênio pela cultura avaliada. O sistema plantio direto na palha de leguminosas contribui positivamente para a nutrição nitrogenada de plantas de milho BR473.

**Termos de indexação:** Plantio direto, cultivo em aleias, adubação verde.

### INTRODUÇÃO

A região leste maranhense apresenta características climáticas que podem comprometer o desempenho agrônomo das culturas, devido ao

longo período de escassez de chuvas e altas temperaturas. Somado a esses desafios, a agricultura familiar da região emprega baixo nível tecnológico em suas lavouras, tornando a atividade frágil.

Nessa região, uma prática comum de preparo da área para a implantação das lavouras, é a queimada da vegetação nativa que, apesar de tratar-se de uma maneira rápida e barata para limpar o terreno, pode quebrar o equilíbrio nutricional do solo e causar a sua erosão por expô-lo aos efeitos prejudiciais da insolação e tempestades tropicais. Portanto, a sustentabilidade do sistema de produção agrícola, nessas condições, consiste na manutenção de cobertura do solo, para a manutenção de umidade, quando da ocorrência de veranicos durante o ciclo da cultura, redução da lixiviação de bases e de outros processos que podem contribuir para o insatisfatório desenvolvimento e produtividade das culturas.

Nesse contexto, o não revolvimento do solo e a sua cobertura permanente, premissas do sistema plantio direto (SPD), e o uso de espécies leguminosas perenes para a produção de palha no sistema, podem representar alternativas para a agricultura familiar. Essas práticas combinadas podem promover uma melhor nutrição das plantas de milho e incrementar a produtividade, visto que, (AGUIAR et al., 2010) promove uma melhor utilização do nitrogênio (N) aplicado tanto de fontes orgânicas como inorgânicas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de nitrogênio e matéria seca em plantas de milho cultivadas em sistema plantio direto na palha de leguminosas em aleias na periferia amazônica, e



identificar a combinação de resíduos de leguminosas mais contribui para o acúmulo de nitrogênio na parte aérea das plantas de milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2012, no assentamento Vila União, município de Chapadinha – MA (3°44' S e 43°21' O), numa área sob sistema plantio direto na palha de leguminosas arbóreas em aleias, implantado no ano de 2009. O solo é um Plintossolo Pétrico Concrecionário Êndico Tb, com A moderado e textura média-argilosa (EMBRAPA, 2013), A classificação climática da região, segundo Köppen, é Aw, caracterizado como tropical úmido, com uma taxa de precipitação média anual de 1660 mm, temperaturas médias mínimas e máximas anuais em torno de 23,5 °C e 36 °C, respectivamente (NOGUEIRA; CORREIA; NOGUEIRA, 2012).

As leguminosas foram semeadas em fileiras duplas, em parcelas com dimensões de 10 x 4 m e 0,5 m entre plantas. Foram utilizadas duas espécies de alta qualidade de resíduos: Leucena (*Leucaena leucocephala*) - L e Gliricidia (*Gliricidia sepium*) - G, e duas de baixa qualidade: Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) - S e Acácia (*Acacia mangium*) - A, combinadas em fileiras para que cada parcela recebesse dois tipos de resíduos. Young (1997), caracteriza os resíduos de alta qualidade, como aqueles que apresentam altos teores de N e baixas quantidades de lignina e polifenóis, do contrário, são considerados resíduos de baixa qualidade.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, sendo as seguintes combinações: G+S+U; G+A+U; L+S+U; L+A+U; solo sem cobertura+ureia – SC+U e o controle (sem leguminosas e sem ureia).

Antes da semeadura do milho, no início do período chuvoso de 2012, coletou-se uma amostra de 1 kg de biomassa verde de cada espécie de leguminosa, em seguida esse material foi levado à estufa de circulação e renovação de ar (60 °C) durante 3 dias, para determinação da matéria seca da parte aérea de cada espécie no momento da poda. Na mesma época, realizou-se a dessecação das plantas daninhas presentes na área, com herbicida glifosato.

O milho BR 473 foi semeado manualmente no espaçamento de 1 m, em seguida procedeu-se a poda das leguminosas na altura de 0,50 m do solo, realizada por tratamento e, então determinou-se a quantidade média de biomassa fresca produzida em cada combinação de leguminosas, com o auxílio de uma balança analógica portátil tipo gancho, com capacidade de até 50 kg. As biomassas vegetais foram distribuídas sobre o solo, de acordo com o respectivo tratamento, em quantidades equivalentes

a 40 kg de N ha<sup>-1</sup> – com base em análise prévia dos tecidos das leguminosas, (TEDESCO et al., 1995).

Com base na análise do solo e necessidade da cultura do milho, a adubação constou de 80-80-80 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O via ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Ao final do ciclo do milho, em cada parcela útil foram coletadas três plantas aleatoriamente, e separadas em: colmo, folhas e partes reprodutivas. Esses componentes foram submetidos à secagem em estufa de circulação e renovação de ar, durante 3 dias (60 °C), em seguida o material foi pesado em balança analítica de precisão (0,0001g), moído em moinho tipo Wiley e submetido à digestão com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. As concentrações de N nos tecidos das plantas foram determinadas segundo Tedesco et al. (1995).

O acúmulo de matéria seca nas plantas foi determinado através dos valores de massa total das plantas contidas em 8 m<sup>2</sup> de cada parcela e extrapolados para hectare. O acúmulo total de N na planta foi determinado pela soma dos valores de N acumulados nos grãos e plantas inteiras, calculado pela multiplicação da massa de matéria seca do milho pelas respectivas concentrações de N nos tecidos das plantas. O acúmulo de N nos grãos foi determinado pela multiplicação da massa dos grãos produzidos na parcela útil, pela concentração de N grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do programa STATISTICA.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos L+S+U e G+S+U, as plantas de milho apresentaram as maiores concentrações totais de N (28% e 26% superiores ao SC+U, respectivamente), porém não diferiram significativamente (p>0,05) dos demais tratamentos que receberam adubação verde (Tabela 1).

Os maiores conteúdos de N nos grãos das plantas cultivadas no sistema em aleias podem ser devido ao fornecimento conjunto de N do fertilizante mineral, que, por ser solúvel em água, pôde ser prontamente disponível para as plantas, atendendo à demanda imediata pelo nutriente, e fornecimento de N das leguminosas para o solo, tanto via biomassa aportada, quanto pela fixação biológica nas raízes (PAULINO et al. 2009).

Os maiores valores de N nos componentes do milho cultivado em aleias, em relação ao SC+U, podem ser explicados devido à mineralização da biomassa das leguminosas, com consequente disponibilização de N ao solo (EIRAS e COELHO, 2011) e melhoria dos atributos físicos e químicos do

solo (AGUIAR, et al., 2010). Podendo ser atribuído, ainda, ao efeito acumulativo dos resíduos vegetais aportados pelas aleias ao longo dos anos, como observado por Queiroz et al. (2007).

Segundo Moura et al. (2009) e Aguiar et al. (2010), a deposição de adubos verdes favorece a retenção de água e nutrientes no solo, além de melhorar sua capacidade de reciclar nutrientes na camada superficial, gerando maior quantidade de N e melhor aproveitamento deste nutriente, tanto orgânico como mineral. Essas possíveis alterações no solo com cobertura, neste estudo, sugerem, portanto, maior disponibilidade de N para o milho, em função da melhoria do ambiente radicular, o que não pode ser afirmado para o tratamento SC+U.

Os maiores valores de N foram observados nos tecidos das plantas cultivadas na combinação G+S+U, o que sugere um maior sincronismo entre a liberação de N da biomassa dessas leguminosas e a fase de maior demanda do milho. Com base nesses resultados, pode-se dizer que a gliricídia, como uma espécie de alta qualidade de resíduo, cumpriu seu papel de fonte de N em curto prazo, através da decomposição mais rápida dos seus resíduos - o que foi observado na área - e o sombreiro se mostrou adequado para manter a cobertura do solo garantindo uma maior retenção de umidade, o que, segundo Prado (2008), garante maior absorção de N pela planta.

O acúmulo de matéria seca das plantas de milho diferiu significativamente entre os tratamentos, com maior acúmulo no milho cultivado no sistema em aleias (Tabela 1), seguindo a sequência: adubos verdes + ureia > SC+U > Controle. Os tratamentos G+S+U e o L+A+U, apresentaram os maiores acúmulos, cada um, cerca de duas vezes mais que no tratamento SC+U e quase três vezes mais que o tratamento Controle.

Os resultados mostraram uma relação direta entre a maior absorção de N pelo milho e o maior acúmulo de matéria seca pela planta, concordando com França et al. (2011). Segundo esses autores, o acúmulo de massa seca no milho apresentou alto grau de dependência do N disponível. Uma vez que o N é de grande importância para a composição da clorofila (FORNASIERI FILHO, 2007), ele é de grande importância para o incremento da área foliar, que promove a maior interceptação da radiação solar e assimilação de carbono pela cultura (FRANÇA et al., 2011). Isso explica a maior relação entre quantidade de N nas plantas e a produção de matéria seca.

## CONCLUSÕES

O sistema plantio direto na palha de leguminosas contribui para o maior acúmulo de nitrogênio nas

plantas de milho BR473. A combinação gliricídia+sombreiro+ureia se mostrou a mais promissora, ao passo que, para as condições do presente estudo, o cultivo do milho em solo sem cobertura pode resultar em menor aproveitamento do nutriente pela cultura e pouco desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.C.F. et al. Nutrient recycling and physical indicators of alley cropping system ins sandy loam in the pre-Amazon region of Brazil. **Nutrient Cycling In Agroecosystems**, v.86, p.189-198, 2010.

EIRAS, P.P.; COELHO, F.C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura do milho. **Inter Science Place**, Rio de Janeiro, v.4, n.17, p.96-124, 2011.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FRANÇA, S.; MIELNICZUK, J.; ROSA, L.M.G.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. Nitrogênio disponível ao milho: Crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.11, p.1143-1151, 2011.

MOURA, E.G.; MOURA, N.G.; MARQUES, K.M. PINHEIRO, COSTA SOBRINHO, J.R.S.; AGUIAR, A.C.F. Evaluating chemical and physical quality indicators for a structurally fragile tropical soil. **Soil Use and Management**, v.25, p.368-375, 2009.

NOGUEIRA, V. F. B.; CORREIA, M. F.; NOGUEIRA, V. S. Impacto do plantio de soja e do oceano pacífico equatorial na precipitação e temperatura na cidade de Chapadinha-ma. **Revista brasileira de geografia física**, v. 03 p. 708-724, 2012.

PAULINO, G.M.; ; ALVES, B. J. R.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J. A. AFixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n. 12, p. 1598-1607, 2009.

PRADO, R.M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: Funep, 2008. 500p.

QUEIROZ, L.R.; COELHO, F.C.; BARROSO, D.G. Cultivo de milho no sistema de aléias com leguminosas perenes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1303-1309, set./out., 2007.



SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.;  
OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO,  
M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA,  
J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos.**  
3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

Tabela 1 - Valores médios de concentração e acúmulo de N nos tecidos de plantas de milho cultivadas em sistema plantio direto na palha de leguminosas<sup>1</sup>.

Tratamentos	Concentração total N/planta	Conteúdo de N nos grãos	Acúmulo total de N	Acúmulo de N nos grãos	Acúmulo de matéria seca
	(g kg <sup>-1</sup> )	(g kg <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(Mg ha <sup>-1</sup> )
G+S+U	13,19 a	20,70 a	148,44 a	68,73 a	6,29 a
L+S+U	13,41 a	20,35 ab	131,46 a	58,64 a	5,35 b
G+A+U	12,87 a	19,12 ab	136,93 a	54,15 a	5,78 ab
L+A+U	12,48 a	19,61 ab	133,70 a	55,17 a	6,18 a
SC+U	10,47 b	18,11 b	54,07 b	23,05 b	2,99 c
Controle	7,21 c	11,68 c	29,25 c	14,48 c	2,40 d

<sup>1</sup>Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; Gliricidia+Sombreiro+ureia - G+S+U; Leucena+sombreiro+ureia - L+S+U; Gliricidia+Sombreiro+ureia - G+A+U; Leucena+Acácia+ureia - L+A+U; Solo sem Cobertura+ureia - SC+U.



## Acúmulo de micronutrientes, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

**Iran Dias Borges**<sup>(1)</sup>; **Lorena Martins Brandão**<sup>(2)</sup>; **Antônio Augusto Nogueira Franco**<sup>(3)</sup>; **Elaine Cristina teixeira**<sup>(4)</sup>; **Tatiane Renata de Souza Moreira**<sup>(5)</sup>; **Victhória Assis de Souza**<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Professor Dr; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas, Minas Gerais; idb@ufsj.edu.br; <sup>(2)</sup> Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(3)</sup> Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros; <sup>(4)</sup> Professora MSC instituto federal baiano, campus Guanambi; <sup>(5)</sup> Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(6)</sup> Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

**RESUMO:** Foi conduzido um experimento na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 610 com objetivo de determinar o acúmulo de micronutrientes primários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. Os micronutrientes em sorgo forrageiro têm a seguinte ordem decrescente de acúmulo na safra e na rebrota:  $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ . Os micronutrientes são acumulados de forma crescente até o final do ciclo das plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota da safra. Plantas de sorgo forrageiro acumulam maiores quantidades de micronutrientes na safra do que na rebrota da safra. **Termos de indexação:** fertilização, marcha de absorção, forragem, *Sorghum bicolor* L.

### INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta rústica que se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Dessa forma, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação específicas considerando suas exigências e sua fisiologia.

Apesar dos avanços obtidos com o melhoramento genético e do lançamento de cultivares de elevado potencial de produção, o benefício para o agricultor acaba restringido por circunstâncias técnicas ou edofoclimáticas. O fato é que grande parte dos relatos disponíveis de experiências de produção de sorgo em condições ambientais favoráveis datam de décadas atrás e, obviamente, não refletem os ganhos que podem advir da associação de uma cultivar moderna com fatores edafoclimáticos e de manejo otimizados. Por conseguinte, estudos atuais a respeito da marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca para híbridos desenvolvidos recentemente podem revelar outras épocas e quantidades requeridas de nutrientes, diferentemente daquelas determinadas anteriormente (Rezende et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de micronutrientes no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 610 em duas épocas: safra e rebrota.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha<sup>-1</sup> que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro

Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) e foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de Zn na safra teve comportamento quadrático com valores máximos encontrados pela equação de regressão de 118 Dias Após a Emergência (DAE), final do ciclo. Porém, o acúmulo de Cu e B teve comportamento linear crescente onde se teve um incremento de 0,82 g e 2,37 g, respectivamente para cada dia após a emergência (**Figura 1**).

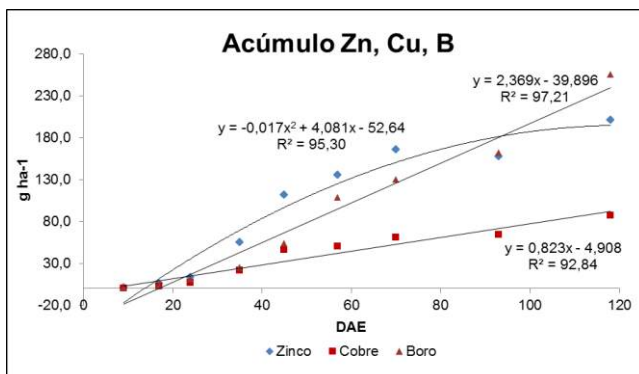
Os acúmulos de Zn, Cu e B na rebrota tiveram comportamento linear e crescente, sendo que, para cada dia após a emergência há um incremento de 2,21 g; 0,77 kg e 1,70 g, respectivamente (**Figura 2**).

Albuquerque et al., (2013) observou um acúmulo de micronutrientes em sorgo granífero seguindo a seguinte ordem decrescente: Zn > Cu > B, estes dados diferem do observado nas condições deste trabalho que teve a seguinte ordem decrescente: Zn > B > Cu na safra e B > Zn > Cu na rebrota.

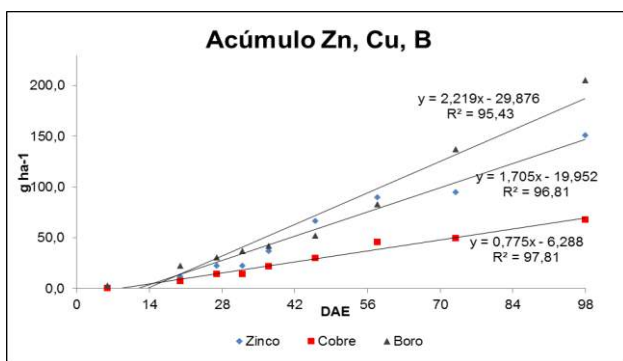
Borin et al., (2010) observaram que o acúmulo de Cu e B na parte aérea em plantas de milho foi crescente até os 81 DAE, o que está de acordo com os dados observados por Andrade (1975) onde o máximo de acúmulo de Cu ocorreu em torno de 100 DAE, estes dados corroboram com os observados nas condições deste trabalho para cultura do sorgo forrageiro na safra e na rebrota permitindo inferir um padrão de acúmulo similar entre as duas culturas.

Ainda de acordo com Borin et al., (2010) em trabalho realizado com milho, observaram que o acúmulo de Zn também foi crescente até os 81 DAE.

Borges et al., (2009) estudando plantas de milho observou que híbridos de milho acumulam quantidades mínimas de B, Cu, Mn e Zn nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, e que os valores máximos acumulados foram obtidos a partir dos 100 DAE.



**Figura 1.** Acúmulo de Zn, Cu, B em plantas de sorgo forrageiro na safra, em  $g\ ha^{-1}$ , em função dos dias após a emergência (DAE).



**Figura 2.** Acúmulo de Zn, Cu, B em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em  $g\ ha^{-1}$ , em função dos dias após a emergência (DAE).

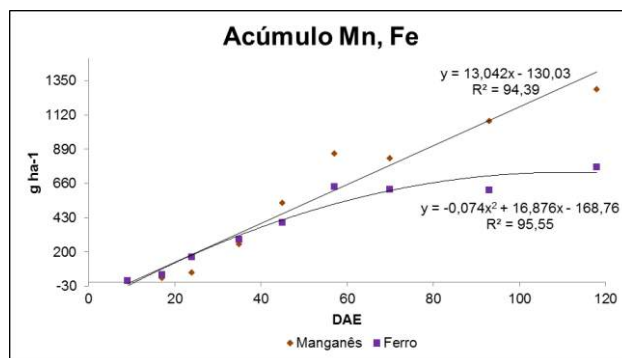
O acúmulo de Fe na safra e na rebrota teve comportamento quadrático com valores máximos obtidos de 114 e 98 DAE, respectivamente, ou seja, as plantas acumularam estes nutrientes até a maturidade fisiológica da planta.

O acúmulo de Mn na safra e rebrota teve comportamento linear crescente com um incremento de 13,0 g e 8,79 g em cada dia após a emergência (Figuras 3 e 4).

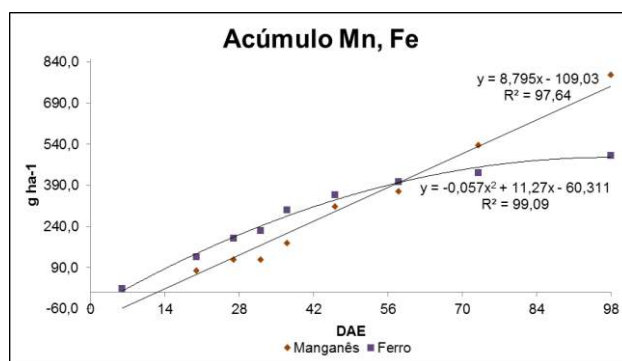
Na safra o acúmulo de micronutrientes seguiu a ordem decrescente:  $Mn > Fe > B > Zn > Cu$  (Figuras 3 e 4). Na rebrota o acúmulo de micronutrientes também seguiu a ordem decrescente:  $Mn > Fe > B > Zn > Cu$  (Figuras 3 e 4). Contudo, observa-se que sempre na safra se teve maiores valores acumulados de todos os micronutrientes do que na rebrota da safra.

Em trabalho realizado com milho, Borin et al., (2010) observaram que houve acúmulo crescente de Fe até 81 DAE com  $1,59\ kg\ ha^{-1}$ , valores acima dos observados para sorgo forrageiro na safra e na rebrota sendo  $0,77\ kg\ ha^{-1}$  e  $0,49\ kg\ ha^{-1}$ , respectivamente aos 118 e 98 DAE.

Ainda segundo Borin et al., (2010), o acúmulo de Mn também foi crescente até os 81 DAE atingindo valor máximo de  $404,95\ g\ ha^{-1}$ , valor abaixo do encontrado para sorgo forrageiro nas condições deste trabalho sendo  $1293,1\ g\ ha^{-1}$  na safra e  $792\ g\ ha^{-1}$  na rebrota com 118 e 98 DAE.



**Figura 3.** Acúmulo de Mn, Fe em plantas de sorgo forrageiro na safra, em  $g\ ha^{-1}$ , em função dos dias após a emergência (DAE).



**Figura 4.** Acúmulo de Mn, Fe em plantas de sorgo forrageiro na rebrota, em  $g\ ha^{-1}$ , em função dos dias após a emergência (DAE).

## CONCLUSÕES

Os micronutrientes em sorgo forrageiro têm a seguinte ordem decrescente de acúmulo na safra e na rebrota:  $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ .

Os micronutrientes são acumulados de forma crescente até o final do ciclo das plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota da safra.

Plantas de sorgo forrageiro acumulam maiores quantidades de micronutrientes na safra do que na rebrota da safra.

## AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.  
Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

## REFERÊNCIAS

ALBURQUEQUE, C. J. B.; CAMARGO, R.; SOUZA, M. F. Extração de macronutrientes no sorgo granífero em diferentes arranjos de plantas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 10-20, 2013.

ANDRADE, A. G.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). II. Acumulação de macronutrientes. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v. 32, p. 150-172, 1975b.

BORGES, I. D.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. A. R. Acúmulo de micronutrientes em híbridos de milho em diferentes estádios de desenvolvimento. Ciência e Agrotecnologia. v. 33, n. 4. Lavras, 2009.

BORIN, A. L. D.; LANA, R. Q.; PEREIRA, H. S. P. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no milho doce cultivado em condições de campo. Ciência e Agrotecnologia. v. 34. Lavras, Dez/2010.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

RESENDE, A. V. de.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S. Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2009, p. 8. Circular Técnica, 119.





## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”

---

## Acúmulo de Nutrientes para Silagem no Cultivo Consorciado de Sorgo e Capim Paiaguás Inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*

**Marcelo Andreotti<sup>(1)</sup>; Allan Hisashi Nakao<sup>(2)</sup>; Viviane Cristina Modesto<sup>(2)</sup>; Lourdes Dickamann<sup>(2)</sup>; Deyvison de Asevedo Soares<sup>(2)</sup>; Isabô Melina Pascoaloto<sup>(2)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Professor Adjunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: dreotti@agr.feis.unesp.br), <sup>(2)</sup> Pós-Graduandos em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

**RESUMO:** As bactérias diazotróficas promotoras de crescimento vegetal e fixadoras de nitrogênio atmosférico do gênero *Azospirillum*, têm sido uma alternativa viável em sistemas de produção agrícola, porém são escassos os trabalhos na integração lavoura-pecuária com sorgo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes de cultivares de sorgo e capim-paiaguás consorciados, com uso ou não da inoculação das sementes de sorgo por *Azospirillum brasilense* em sistema integração lavoura-pecuária, no período de outono-inverno, em região do Cerrado. O experimento foi realizado a campo, no ano de 2015, na fazenda experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp, em Selvíria-MS. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero e dupla aptidão); em cultivo solteiro ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*. O sorgo granífero acumulou maiores quantidades de N, P, Ca, Mg e S quando comparado ao dupla aptidão. A consorciação de sorgo com capim-paiaguás incrementa a exportação de nutrientes da massa vegetal para produção de silagem. O sorgo granífero apresenta maior acúmulo de N, P, Ca, Mg e S em relação ao dupla aptidão. Os acúmulos de P e Ca são maiores quando as sementes dos cultivares de sorgo em consórcio com capim-paiaguás foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

**Termos de indexação:** bactérias diazotróficas, sistema plantio direto, *Urochloa brizantha*.

### INTRODUÇÃO

Os fatores que causam a redução na produção de forrageiras e o aumento da degradação do solo são as práticas culturais inadequadas. Tal fato gera uma preocupação para os pecuaristas porque as pastagens constituem a base da dieta do rebanho bovino, em virtude do seu baixo custo de produção, alto potencial produtivo e da sua boa adaptação aos diversos ecossistemas brasileiros (Quaresma et al., 2011).

A utilização do sistema integração lavoura-pecuária promove a recuperação de áreas de pastagens degradadas com a consorciação de pastagens e lavouras na mesma propriedade. Neste sistema, recentemente o sorgo vem sendo cultivado nas áreas de cerrado em consórcios com as espécies do gênero *Urochloa*, com resultados positivos (Silva et al., 2013) para produção de matéria seca e/ou grãos. Entretanto, a inconsistência dos resultados obtidos em diferentes regiões do país, evidencia a importância de se realizarem pesquisas regionalizadas, buscando melhorar a eficiência destes sistemas produtivos, tanto para safra de verão, quanto principalmente para o cultivo outonal.

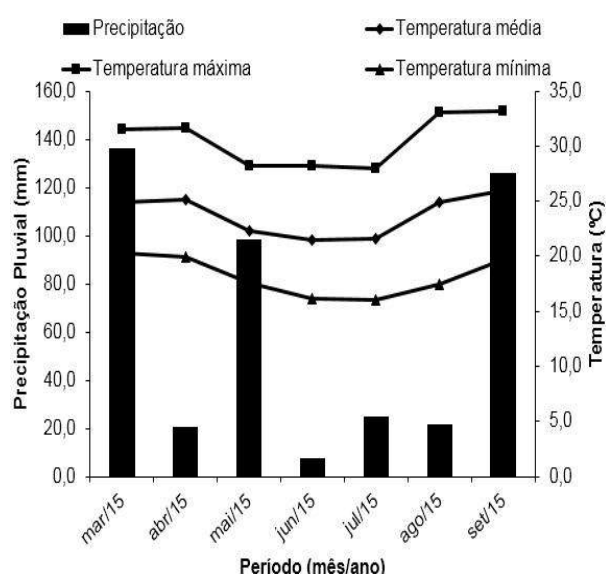
Vários trabalhos com *Azospirillum* spp. tem demonstrado resultados eficientes da inoculação de bactérias promotoras de crescimento, tanto com a finalidade de fixar nitrogênio quanto promover o crescimento vegetal por efeito hormonal. Além disso, a busca por novas tecnologias visando sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção estão aumentando, e alguns autores têm apresentado forma alternativa para a economia de fertilizante nitrogenado, a fixação biológica de N<sub>2</sub>, a qual pode suplementar ou, até mesmo substituir a utilização destes fertilizantes (Bergamaschi, 2006).

Assim, devido à escassez de trabalhos na literatura sobre o uso da inoculação de bactérias diazotróficas em sistemas de integração lavoura-

pecuária, torna-se relevante a pesquisa nesta linha, principalmente com o uso do sorgo em consórcio com braquiárias, na safrinha, como opção de cultivo no Cerrado de baixa altitude. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho do sorgo granífero ou dupla aptidão consorciados ou não com capim-paiaguás e inoculados ou não com *Azospirillum brasilense* sobre o acúmulo de nutrientes pela parte aérea das plantas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP) localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul (20°20'05"S e 51°24'26"W, altitude de 335 m) e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. Na **Figura 1** estão apresentados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do experimento. O clima da região é Aw, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso (538 g kg<sup>-1</sup> de argila).



**Figura 1.** Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no

período de março/2015 a setembro de 2015.

Antes da instalação do experimento, coletou-se vinte amostras de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e foi realizada a análise química para fins de fertilidade, seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (2001) a qual revelou os seguintes valores: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,4; 16,0 mg dm<sup>-3</sup> de P; 1,6; 27,0; 19,0; 28,0; 47,6 e 75,6 mmolc dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 24,0 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 63,0.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

Para a semeadura do sorgo e do capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Glyphosate (1440 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) ha<sup>-1</sup> e Carfentrazone etílica (20 g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Em 17/03/2015, realizou-se a semeadura do sorgo por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m<sup>-1</sup> com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. No consórcio estabelecido na semeadura dos sorgos, as sementes de capim foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha<sup>-1</sup> com VC de 60% da cultivar *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás. A semeadura do capim foi realizada por operação mecanizada com outra semeadora-adubadora de discos para sistema de semeadura direta na profundidade de 0,06m, com o objetivo de atrasar a emergência do capim em relação à cultura produtora de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo. As parcelas constaram de 7 linhas de sorgo (3,57 m) com 20 m de comprimento, totalizando 71,4 m<sup>2</sup>, utilizando-se como área útil da parcela as 5 linhas centrais e desprezando-se 1 m das extremidades.

A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes (9 x 10<sup>8</sup> células viáveis/mL). A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

Um dia antes da colheita das plantas (10/06/2015) para produção de silagem (grãos de sorgo com 70% de MS) estas foram cortadas manualmente na altura de 0,30 m em 1 m<sup>2</sup> por

parcela (3 repetições), pesadas e colocadas em estufa para secagem à 65° C. Destas amostras de material para ensilagem por parcela, foram retiradas amostras de 0,300 kg para determinação do teor de macronutrientes, segundo metodologia proposta por Malavolta (1997). Com base nestes teores, multiplicando pela produtividade de matéria seca das plantas para ensilagem calculou-se o acúmulo de macronutrientes exportados da área. As análises de macronutrientes foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Fitossanidade, Engenharia rural e Solos da FEIS/UNESP.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o acúmulo de nutrientes das cultivares de sorgo com e sem o consórcio com capim para produção de silagem, deve-se destacar o N que apresentou os maiores valores, principalmente no cultivo exclusivo do sorgo granífero (**Tabela 1**). Para o K houve efeito no tratamento com a presença do capim-paiaguás, sendo esse o segundo nutriente requerido em maior quantidade pelas espécies vegetais. A interação entre os fatores sorgo e capim (S x C) foi significativo para o Ca, enquanto que capim e inoculação (C x I), significativos para P e Ca.

**Tabela 1.** Acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S do sorgo para ensilagem, em cultivo exclusivo ou em consórcio com o capim-paiaguás, inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg ha <sup>-1</sup>					
<b>Sorgo</b>						
Granífero	499a	73a	260	90a	80a	37a
Dupla Aptidão	401b	54b	226	54b	54b	29b
<b>Capim</b>						
Com	499a	69a	268a	88a	77a	37a
Sem	401b	58b	218b	57b	57b	30b
<b>Inoculação</b>						
Com	465	69a	246	90a	71	34
Sem	435	58b	240	54b	63	32
<b>Teste F</b>						
Sorgo (S)	7,44*	25,24**	3,91ns	31,74**	10,4**	12,97**
Capim (C)	7,28*	7,61*	8,70**	24,60**	6,22*	10,10**
Inoculação (I)	0,68ns	8,54**	0,13ns	32,02**	0,92ns	0,95ns
S x C	0,88ns	2,08ns	0,64ns	24,70**	3,80ns	2,46ns
S x I	0,28ns	0,73ns	1,08ns	4,49ns	0,63ns	0,01ns
C x I	0,32ns	5,75*	0,12ns	19,70**	0,06ns	0,20ns
S x C x I	0,62ns	0,34ns	1,69ns	3,10ns	0,43ns	0,83ns
DMS	75,12	7,73	35,84	13,12	16,91	4,45
CV (%)	22,68	16,58	20,05	24,56	29,05	17,95

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* e \*: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo.

Nos resultados para acúmulo de macronutrientes pelos sorgos houve diferenças para N, P, Ca, Mg e S, evidenciando uma maior extração para o sorgo granífero, entretanto, para o K não houve significância para aumentos na sua concentração quando comparado com o dupla aptidão. Esse maior acúmulo pode ser atribuído à maior produtividade de grãos desta cultivar quando comparada ao sorgo de dupla aptidão.

Para o consórcio com capim-paiaguás, todos os nutrientes apresentaram influência com aumentos significativos de acúmulo de nutrientes na massa vegetal para ensilagem, mostrando que a consorciação com a forrageira na integração lavoura-pecuária é um método alternativo para aumento das cadeias produtivas no Cerrado brasileiro, entretanto com maior exportação de nutrientes. Enquanto que a inoculação de sementes de sorgo com *Azospirillum brasilense*, apenas para o P e o Ca houve incrementos nos acúmulos na massa vegetal. Para o acúmulo de N, mesmo havendo aumento, não se observou tal efeito. Uma das hipóteses pode estar nas variações no ambiente, solo, nas plantas e nos componentes da microflora segundo Dobbelaere et al. (2001).



No desdobramento da interação entre cultivares de sorgo com e sem capim-paiaguás (**Tabela 2**) para o acúmulo de Ca, verificou-se diferenças significativas entre os sorgos combinados com o capim, ocorrendo aumentos mais expressivos para o sorgo granífero.

**Tabela 2.** Desdobramento das interações significativas sorgo granífero e/ou dupla aptidão x com ou sem capim paiaguás, para os acúmulos de Ca. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Capim Paiaguás	
	Com	Sem
	Ca (Kg ha <sup>-1</sup> )	
Sorgo Granífero	121,78aA	59,11aB
Sorgo Dupla Aptidão	54,87bA	54,93aA

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também se verificou interação significativa entre capim x inoculação para o acúmulo de P e Ca (**Tabela 3**), indicando uma maior expressão do resultado para o capim-paiaguás associado com a presença da inoculação do *Azospirillum brasilense*. A explicação pode estar no crescimento adequado do capim-paiaguás juntamente com a ação promotora de crescimento das bactérias diazotróficas e com suas raízes crescendo mais em profundidade, explorando maior volume de solo, absorvendo mais nutrientes pouco móveis como o P, além de outros como o Ca.

Contudo, a extração de nutrientes em diferentes níveis de produção, devem ser tomadas pela cultivar com alto potencial produtivo. Sendo que a colheita de plantas inteiras para uso na ensilagem promove intensa remoção de nutrientes do solo.

**Tabela 3.** Desdobramento das interações significativas de capim-paiaguás com ou sem a inoculação, para os acúmulos de nutrientes de P e Ca. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Inoculado	
	Com	Sem
	P(Kg ha <sup>-1</sup> )	
Com Capim	79,1aA	59,1aB
Sem Capim	59,6bA	57,7aA
	Ca (Kg ha <sup>-1</sup> )	
Com Capim	120,19aA	56,46aB
Sem Capim	60,87bA	53,17aA

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de

probabilidade.

## CONCLUSÕES

A consorciação de sorgo com capim-Paiaguás incrementa o acúmulo e exportação de nutrientes da massa vegetal para produção de silagem.

O sorgo granífero apresenta maior acúmulo de N, P, Ca, Mg e S em relação ao de dupla aptidão.

Os acúmulos de P e Ca são maiores quando as sementes dos cultivares de sorgo em consórcio com capim-paiaguás foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o primeiro autor (Proc. nº 303280/2015-8).

## REFERÊNCIAS

- BERGAMASCHI, C. **Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas às raízes e colmos de cultivares de sorgo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S. & OKON, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal Plant Physiology**. v.28, p. 871-879, 2001.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.
- QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; CABRAL L. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.



RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013. (Suplemento 1).

## Acúmulos de Nutrientes nas Rebrotas de Sorgos em Consórcio com Capim-Paiaguás e Inoculação por *Azospirillum brasilense*.

**Allan Hisashi Nakao<sup>(1)</sup>; Marcelo Andreotti<sup>(2)</sup>; Deyvison de Asevedo Soares<sup>(3)</sup>; Viviane Cristina Modesto<sup>(3)</sup>; Lourdes Dickmann<sup>(3)</sup>; Gabriela Noronha Moraes<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, (E-mail: allannakao@hotmail.com) <sup>(2)</sup> Professor Adjunto, Bolsista PQ/CNPq, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” <sup>(3)</sup> Pós-Graduandos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. <sup>(4)</sup> Graduanda em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

**RESUMO:** A formação de palhada na cobertura do solo é uma das técnicas indicadas para melhorar o sistema produtivo da cultura sucessora. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes pelos rebrotos de plantas de sorgo granífero ou de dupla aptidão, em consórcio ou não com capim-paiaguás, com ou sem inoculação por *Azospirillum brasilense* no intuito de ciclagem e liberação dos nutrientes para a cultura sucessora. O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP), no município de Selvíria-MS. As cultivares de sorgo foram granífero (Rancheiro) e de dupla aptidão (A9902) foram cultivadas exclusivamente ou em consórcios o Capim-paiaguás, com a as sementes do sorgo inoculadas ou não com bactérias diazotróficas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 2 (granífero ou de dupla aptidão) x 2 (com ou sem capim) x 2 (inoculado ou não com *Azospirillum brasilense*), com quatro repetições. As rebrotas foram avaliadas quanto aos teores de macronutrientes e produtividade de massa seca da parte aérea aos 99 dias após o corte das plantas para produção de silagem. A parcela experimental foi constituída de 7 linhas de 20 m de comprimento, considerando-se com área útil as 3 linhas centrais, onde foram avaliados o acúmulo de nutrientes da parte aérea da rebrota das culturas. Os resultados evidenciaram que o consórcio com capim-paiaguás junto a inoculação das sementes de sorgo aumentam o acúmulo de nutrientes na palhada residual.

**Termos de indexação:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench, macronutrientes, sistema plantio direto.

### INTRODUÇÃO

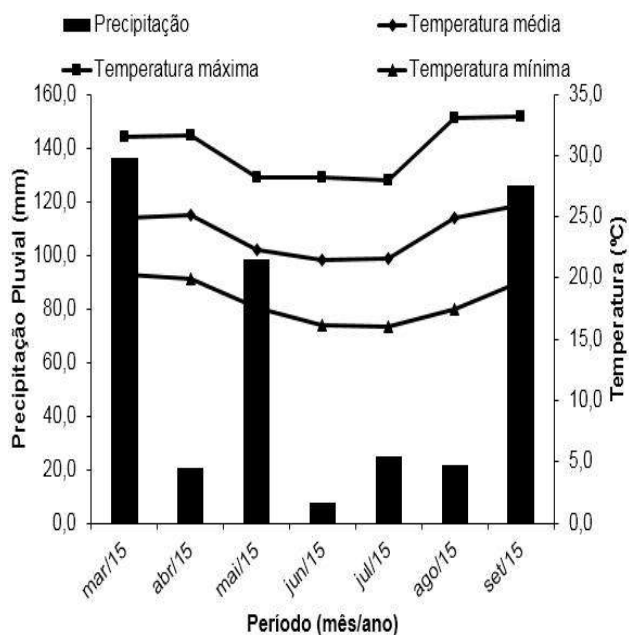
O sistema plantio direto na palha tornou-se importante instrumento de manutenção e/ou recuperação de áreas degradadas, aumentando a capacidade produtiva de solos do Cerrado. A utilização de pastagens e lavouras consorciadas proporcionam melhorias edáficas do solo, pela presença de palha e raízes da pastagem, resultando em aumento nos teores de nutrientes e capacidade de infiltração de água.

Entre as forrageiras utilizadas para os sistemas de rotação, sucessão ou de consorciação de culturas na região dos Cerrados (Ikeda et al., 2007), destaca-se as gramíneas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*). Além disso, o sorgo recentemente vem sendo cultivado nas áreas de cerrado em consórcios com as espécies do gênero *Urochloa*, com resultados positivos (Silva et al., 2013). Neste sentido, o sorgo tem ganhado espaço nos últimos anos, devido às suas características de alto valor nutritivo, alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais para uma adequada fermentação láctica no processo de produção da silagem (Neumann et al., 2002), bem como a sua resistência a seca e alta capacidade de rebrota. Segundo Zago (1991), após a colheita da cultura original do sorgo, a planta conserva vivo seu sistema radicular, possibilitando sua rebrota, desde que haja condições de temperatura, umidade no solo e fertilidade adequada.

Os gastos com fertilizantes em gramíneas são altos, assim, a demanda por adubações pode muitas vezes, elevar os custos de produção. O aumento da demanda por fertilizantes nitrogenados, aliado ao seu elevado custo, tem direcionado as pesquisas para o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Sendo assim, o objetivo do trabalho foi verificar o acúmulo de nutrientes da rebrota de sorgo granífero ou dupla aptidão em consórcio ou não com o capim-paiaguás, inoculadas ou não com o *Azospirillum brasilense*, visando a produção de palhada para continuidade do sistema plantio direto em cerrado de baixa altitude.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, cujas coordenadas geográficas são 20°20'05"S e 51°24'26"W e aproximadamente 335 m de altitude e segundo Hernandez et al. (1995), apresenta 1370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual e umidade relativa do ar média de 64,8%. Na **Figura 1** estão apresentados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima durante o período de condução do experimento. O clima da região é Aw, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico muito argiloso.



**Figura 1.** Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul, no período de março/2015 a setembro de 2015.

Antes da instalação do experimento, coletou-se vinte amostras de solo na profundidade de 0,0-0,20 m e foi realizada a análise química para fins de fertilidade, seguindo a metodologia proposta por Raij et al. (2001) a qual revelou as seguintes características: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,4; 16,0 mg dm<sup>-3</sup> de P; 1,6; 27,0; 19,0; 28,0; 47,6 e 75,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 24,0 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica e saturação por bases (V%) = 63,0.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por dois cultivares de sorgo (granífero ou híbrido de dupla aptidão); em cultivo exclusivo (solteiro) ou em consórcio com o capim-Paiaguás, com ou sem a inoculação das sementes de sorgo com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

Para a semeadura do sorgo e capim, as plantas da área foram dessecadas com os herbicidas Roundup Original (1440 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) ha<sup>-1</sup> e Aurora 400 EC (20 g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Em 17/03/2015, realizou-se a semeadura do sorgo por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para sistema plantio direto, a uma profundidade de aproximadamente 0,03 m, no espaçamento de 0,51 m, com densidade de 10 sementes m<sup>-1</sup> com a cultivar granífero Rancheiro e de dupla aptidão A9902. Nos consórcios estabelecidos na semeadura do sorgo, as sementes



de forrageiras foram semeadas na entrelinha da cultura, em espaçamento de 0,51m na quantidade de 10 kg de sementes ha<sup>-1</sup> com VC de 60% da cultivar *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás. A semeadura do capim foi realizada por operação mecanizada com outra semeadora-adubadora de discos para sistema de semeadura direta na profundidade de 0,06m, com o objetivo de atrasar a emergência do capim em relação à cultura produtora de grãos e diminuir a provável competição entre as espécies no período inicial de desenvolvimento da cultura do sorgo.

A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes. A inoculação com o inoculante líquido foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

Após a colheita do sorgo e capim para silagem, deixou-se um período de vedação da pastagem e rebrota do sorgo, e no dia 17/09/2015 (99 dias após a colheita das plantas para ensilagem do 1º corte) foram colhidas a parte aérea dos rebrotos, utilizando o método do quadrado de metal (1,0 x 1,0m) em 3 repetições por parcela. Posteriormente a massa vegetal de cada espécie foi pesada e colocada em estufa de ventilação forçada a 65°C até a massa constante para determinação da produção de MS e moídas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, segundo a metodologia proposta por Malavolta (1997), visando cálculo do acúmulo de macronutrientes que poderiam pela decomposição da palhada liberar gradativamente esses nutrientes, para a continuidade do sistema plantio direto.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a de 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sorgo granífero apresentou maior acúmulo de magnésio do que a rebrota do dupla aptidão (Tabela 1). A elevada produção de fitomassa e concentração do nutrientes nas folhas do capim em consórcio com o sorgo granífero, em relação ao de dupla aptidão pode ter contribuído para a maior concentração de Mg pela sua função constituinte da clorofila.

**Tabela 1.** Acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S nos rebrotos de sorgo inoculados ou não com *Azospirillum brasilense*, em cultivo exclusivo ou em consórcio com o capim-paiaguás. Selvíria, MS.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg ha <sup>-1</sup>					
<b>Sorgo</b>						
Granífero	66,5	5,6	36,3	13,1	14,8a	7,4
Dupla Aptidão	62,4	5,3	37,3	11,0	11,1b	6,5
<b>Capim</b>						
Com	105,9a	8,2a	61,9a	18,7a	21,6a	10,7a
Sem	22,9b	2,7b	11,8b	5,4b	4,3b	3,2b
<b>Inoculação</b>						
Com	74,8a	6,4a	38,7	14,3a	16,4a	8,0a
Sem	54,1b	4,5b	34,9	9,9b	9,5b	6,0b
<b>Teste F</b>						
Sorgo (S)	1,00ns	0,60ns	0,11ns	4,19ns	6,21*	2,22ns
Capim (C)	400,4**	173,28**	267,85**	165,47**	138,16**	145,83**
Inoculação (I)	24,94**	20,92**	1,59ns	18,44**	21,59**	10,64**
S x C	0,08ns	0,95ns	0,01ns	4,25ns	3,37ns	2,45ns
S x I	6,68*	5,18*	5,62*	3,13ns	0,17ns	1,47ns
C x I	1,43ns	0,01ns	1,26ns	1,62ns	3,28ns	0,06ns
S x C x I	0,84ns	0,87ns	2,77ns	1,09s	0,06ns	0,06ns
DMS	8,6	0,8	6,3	2,1	3,0	1,2
CV (%)	18,20	21,67	23,49	24,08	32,00	25,01

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* e \*: significativo ao nível de 1 e 5% respectivamente. ns: não significativo.

No consórcio sorgo + capim, a forrageira contribuiu para todos os acúmulos de nutrientes, evidenciando o seu elevado potencial de produção após a colheita das plantas para ensilagem do 1º corte.

A inoculação do sorgo com *Azospirillum brasilense* aumentou os acúmulos de N, P, Ca, Mg e S (Tabela 1). Tal efeito deve-se a bactéria em fixar biologicamente o N atmosférico e também promover o crescimento radicular, assim explorando melhor o solo e podendo absorver mais nutrientes, uma vez que na rebrota, tanto o capim quanto o sorgo permanecem com o sistema radicular ainda ativo. Longhini et al. (2016) estudando a inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho, relataram a melhoria em teores nutricionais para N, P, K e S nas folhas.

O acúmulo para o K, não apresentou diferença significativa por efeito da inoculação, provavelmente relacionada ao teor elevado deste nutriente no solo da área experimental, com histórico de sistema plantio direto, pois o K não tem papel estrutural no tecido vegetal e é rapidamente liberado de palhadas antecessoras.

No desdobramento da interação entre sorgo granífero e/ou dupla aptidão com ou sem a inoculação de sementes de sorgo com *A. brasilense*

(Tabela 2) para os acúmulos de N, P, K, verificou-se diferenças significativas entre as cultivares com a inoculação, evidenciando que o granífero associado com a bactéria melhora o acúmulo destes macronutrientes.

**Tabela 2.** Desdobramento das interações significativas sorgo granífero e/ou dupla aptidão x com ou sem a inoculação, para os acúmulos de N, P e K nas rebrotas. Selvíria-MS.

TRATAMENTO	Inoculação	
	Com	Sem
	N (kg ha <sup>-1</sup> )	
Sorgo Granífero	82,2aA	50,8B
Sorgo Dupla Aptidão	67,4b	57,4
	P (kg ha <sup>-1</sup> )	
Sorgo Granífero	7,1aA	4,2B
Sorgo Dupla Aptidão	5,8b	4,8
	K (kg ha <sup>-1</sup> )	
Sorgo Granífero	41,9A	30,7B
Sorgo Dupla Aptidão	35,6	39,0

Médias seguidas de letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

O uso de *Azospirillum brasilense* associado à cultura do sorgo granífero e dupla aptidão apresenta resultados promissores em relação ao meio de produção sustentável, destacando-se na contribuição em relação aos maiores acúmulos de nutrientes da parte aérea na rebrota dos sorgos consorciados com capim-Paiguás em condições de Cerrado.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor. Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em Pesquisa para o segundo autor (Proc. nº 303280/2015-8).

## REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2013. 353p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS-FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de**

**Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS – Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1)

IKEDA, F. S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1545-1551, 2007.

LONGHINI, V. Z.; SOUZA, W. C. R. ANDREOTTI, M.; SOARES, N. A. COSTA, N. R. Inoculação de bactéria diazotrófica e adubação nitrogenada de cobertura em milho irrigado. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 338-347, 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C.; ARBOITE, M. Z.; CERDOTESE, L.; PEIXOTO, L. A. de O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n.1, p.302-312, 2002.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3475-3488, 2013. (Suplemento 1).

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4. 1991, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz"**, 1991. p. 169-217.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Aplicação de *Azospirillum Brasilense* com redução da adubação de cobertura na cultura do milho

**Marcelo Cruz Mendes<sup>(1)</sup>; Jean Carlos Zocche<sup>(2)</sup>; Emanuel Gava<sup>(3)</sup>; Janaína Neiverth<sup>(4)</sup>; Paulo Henrique Matchula<sup>(5)</sup>; Dimitrya Amanda Oliveira Felício<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Professor; Universidade Estadual do Centro – Oeste; Guarapuava - PR; E-mail: mcmendes@unicentro.br; <sup>(2)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; <sup>(3)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; <sup>(4)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; <sup>(5)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste; <sup>(6)</sup> Estudante-graduação; Universidade Estadual do Centro-Oeste.

**RESUMO:** Atualmente, merece destaque os estudos realizados com bactérias *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas: milho, arroz e o trigo Hungria (2011). Nesse sentido, este trabalho objetivou avaliar diferentes doses e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense*, e sua associação com níveis de adubação de nitrogênio em cobertura e os efeitos sobre características agronômicas na cultura do milho. O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial oito x um correspondente a um híbrido de milho e oito níveis tratamentos com *Azospirillum brasilense* (AZ): Testemunha absoluta (sem N e sem AZ); ½ Dose de N; Dose Total de N; ½ Dose de N + AZ Líquido TS (uma dose/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (três doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (três doses/ha), totalizando 32 parcelas. Houve aumento na produtividade de grãos de milho quando associado o uso de *Azospirillum brasilense* e a redução da adubação nitrogenada, quando aplicado no sulco de plantio na dosagem de 300 ml ha<sup>-1</sup>. Os teores foliares de nitrogênio não foram influenciados pelos tratamentos avaliados com o uso de *Azospirillum brasilense* e redução da adubação de cobertura para o híbrido de milho P 30F53H.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, bactéria diazotrófica e nitrogênio.

### INTRODUÇÃO

O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos do milho, pois o nitrogênio exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Ele é constituinte de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos, ATP (Adenosina Tri-fosfato), clorofila e inúmeras enzimas (Jakelaitis et al., 2005), influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (Bredemeier; Mundstock, 2000).

Sendo assim, a sua deficiência pode comprometer os processos de crescimento e reprodução das plantas e que aplicações eficientes de nitrogênio estão intrinsecamente relacionadas ao solo, clima e à própria planta (Cazeta et al. 2007).

Porém, pesquisas realizadas com a cultura, para este nutriente, permitiram evidenciar que as plantas de trigo conseguem utilizar apenas 50% do fertilizante nitrogenado aplicado, pois metade é perdido via lixiviação e desnitrificação (Teixeira Filho et al., 2010).

Uma alternativa seria o aproveitamento do nitrogênio atmosférico por meio de bactérias capazes de fazer a sua redução, entre as bactérias estudadas destaca-se o *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas, tais como o milho e trigo (Hungria et al., 2010).

Resultados positivos obtidos com o uso de bactérias do gênero *Azospirillum* estão atribuídos principalmente à promoção do crescimento e o



acúmulo de N em plantas de trigo (Sala et al., 2005), aumento de produção (Sala et al., 2007), o aumento de produtividade é atribuído à melhoria da translocação da biomassa até os grãos e no aumento da atividade fotossintética, justificado pela elevação dos tecidos verdes e aumento na eficiência do sistema radicular, ocasionado em razão da simbiose (Vogel et al., 2013).

Mendes et al. (2011) observaram a eficiência agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, quando aplicada via tratamento de sementes, para a cultura do trigo, cultivar Quartzo, cultura antecessora milho em Guarapuava-PR. Estes autores observaram aumento na produtividade de grãos de trigo quando associado ao uso de *Azospirillum brasilense*, com e sem a redução na adubação de cobertura com nitrogênio.

No que diz respeito à redução da adubação nitrogenada associada ao uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, Sala et al. (2007) destacaram que, ao trabalhar com diferentes doses de N, obtiveram maior incremento na produtividade de grãos na ausência de N adicional. Estes autores atribuíram os benefícios causados por essas bactérias à sua capacidade de síntese de fitormônios.

Outra importante variação a ser estudado diz respeito ao genótipo da planta, pois há consenso de que o genótipo da planta é o fator-chave para obtenção dos benefícios oriundos da fixação biológica do nitrogênio atmosférico, aliado à seleção de estirpes eficientes.

Nesse sentido, este trabalho teve com objetivo avaliar diferentes doses e modos de aplicação de *Azospirillum brasilense*, e sua associação com a redução da adubação de nitrogênio em cobertura e os efeitos sobre características agrônômicas e teores foliares na cultura do milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, no campus CEDETEG, em Guarapuava-PR, com latitude de 25°23'36"S, longitude de 51°27'19"W e altitude de 1.120 m, em solo classificado como Latossolo bruno

distroférico típico, textura muito argilosa Embrapa (2006) na safra agrícola 2014/2015.

A área experimental foi cultivada no período de inverno, com aveia preta sob sistema de cultivo plantio direto, e na safra anterior de verão com soja.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial 8 x 1, correspondente a um híbrido de milho e oito níveis tratamentos com *Azospirillum brasilense* (AZ): Testemunha absoluta (sem N e sem AZ); ½ Dose de N; Dose Total de N; ½ Dose de N + AZ Líquido TS (uma dose/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido no sulco (três doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (duas doses/ha); ½ Dose de N + AZ Líquido em Pulverização (três doses/ha) totalizando 32 parcelas.

O espaçamento utilizado foi de 70 cm entre linhas, sendo cada parcela constituída por quatro linhas de 5m de comprimento.

O híbrido de milho utilizado foi o P30F53H, proveniente da empresa Pioneer Sementes S.A, é um híbrido simples precoce e com alto teto produtivo, sendo este recomendado para a região de estudo.

Após a abertura dos sulcos com semeadora de plantio direto, a semeadura foi realizada manualmente, com 40 sementes em cada linha de plantio, deixando após desbaste, uma população final de plantas de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

As dosagens de fertilizantes de base utilizadas na condução do experimento foram calculadas de modo a fornecer a quantidade de 28 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Para isso foi utilizado o adubo formulado 08-30-20 na dosagem de 350 kg ha<sup>-1</sup>, para todos os tratamentos.

A cobertura foi realizada com adubação nitrogenada, quando as parcelas se encontravam no estágio de V4, nas seguintes dosagens de acordo com cada tratamento: dose de 182 kg de ureia por hectare, no tratamento 100% N (82 kg de N), e dosagem de 60 kg de ureia (27 kg N) nos tratamentos 50% N, excluindo a cobertura com N no tratamento testemunha absoluta.

A inoculação da semente com o *Azospirillum brasilense* foi realizada momentos antes da semeadura, sendo utilizadas a dose de 100 mL ha<sup>-1</sup>, para cada 60.000 semente, nos tratamentos no

SULCO e ÁREA TOTAL, as dosagens foram de: 200 e 300 mL ha<sup>-1</sup>, a qual foi realizada com o uso de pulverizador pressurizado por CO<sub>2</sub>. Vale lembrar que serão utilizadas as cepas ABV5/ABV6 de *Azospirillum brasilense*, na concentração da bactéria por mililitros de 2x10<sup>8</sup>.

Foram determinadas as seguintes características agronômicas: Peso de 1000 Grãos (P1000) - valor médio obtido por meio da pesagem de três amostras de 1000 grãos retiradas na área útil da parcela e Produtividade de grãos (PROD) – as espigas das duas linhas centrais foram trilhadas e os grãos foram pesados e determinado o teor de água, sendo os dados transformados em kg ha<sup>-1</sup>, a umidade de 13%, posteriormente foi realizada a determinação do teor de nitrogênio foliar (NFoliar), determinado no período do florescimento (folha abaixo e oposta à espiga) em amostra de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual, sendo as médias agrupadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> Ferreira (2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos somente para a característica de produtividade de grãos. Este fato indica que, os tratamentos de diferentes doses e em diferentes modos de aplicação do *Azospirillum brasilense*, influenciaram esta característica, sendo que o tratamento de 100% não diferiu estatisticamente do tratamento com redução da adubação nitrogenada em 50% e quando aplicado no sulco de plantio *Azospirillum brasilense* na dosagem de 300 ml ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Este fato vem corroborar com resultados obtidos anteriormente em outros estudos que comprovaram que gramíneas são colonizadas por bactérias diazotróficas endofíticas, as quais contribuem com parte da nutrição da planta, seja através do processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) ou da produção de fitohormônios, que atuam no aumento do sistema radicular das plantas Hungria (2011).

Para a característica produtividade de grãos houve diferença estatística entre os modos de aplicação do *Azospirillum brasilense*. Porém os tratamentos com redução de adubação de cobertura

e uso da bactéria (TS, 200 mL no sulco, 200 mL e 300 mL área total) não diferiram do tratamento testemunha e com redução e sem *Azospirillum brasilense*. Mas quando comparado os resultados obtidos para o tratamento com redução da adubação e uso de 300 mL no sulco de plantio, este não diferiu dos tratamentos com 100% de N (Tabela 1).

Os dados obtidos nesta pesquisa corroboram com outros resultados obtidos anteriormente, onde foi possível comprovar a existência da eficiência agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, quando aplicada via tratamento de sementes, para a cultura do trigo Mendes et al. (2011) e com milho Mendes et al. (2012) e Mendes et al. (2014).

Este mesmo autor, trabalhando com estas mesmas cepas ABV5 e ABV6, afirmou ter havido maior peso de 1000 grãos para o híbrido de milho estudado com o uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, via foliar, independente da dose do inoculante utilizada e sem redução da adubação de cobertura nitrogenada. Houve aumento na produtividade de grãos de milho, em espaçamento reduzido, quando associado o uso de *Azospirillum brasilense*, via foliar, sem redução de adubação de cobertura nitrogenada, sendo a melhor dosagem 300ml ha<sup>-1</sup> do inoculante (Mendes et al., 2012)

Por meio dos resultados obtidos, em espaçamento convencional (70 cm entre linhas) podemos evidenciar que a utilização do tratamento com *Azospirillum brasilense*, com aplicação no sulco de plantio, proporcionou uma maior produtividade de grãos na cultura do milho frente ao tratamento testemunha (sem N e sem MG) e o tratamento com redução de nitrogênio (50%N e sem Az), cuja dose a ser utilizado seria de 300 ml ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

Houve aumento na produtividade de grãos de milho quando associado o uso de *Azospirillum brasilense* e a redução da adubação nitrogenada, quando aplicado no sulco de plantio na dosagem de 300 ml ha<sup>-1</sup>.

Os teores foliares de nitrogênio não foram influenciados pelos tratamentos avaliados com o uso de *Azospirillum brasilense* e redução da adubação de cobertura para o híbrido de milho P 30F53H.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos integrantes do grupo de pesquisa, que me auxiliaram na realização do trabalho, bem como a Fundação Araucária e CNPq pelo apoio financeiro e a Stoller do Brasil Ltda por ter fornecido as bactérias em estudo.

## REFERÊNCIAS

- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 02, p. 365-372, 2000.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic alanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010.
- HUNGRIA, MARIÂNGELA. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Documentos / Embrapa Soja, Londrina, PR. 2011.36p.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 01, p. 39-46, 2005
- MENDES, M.C. ROSARIO, J.G. FARIA, M.F. ZOCHE, J.C. WALTER, A.L. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. Guarapuava-PR, v. 4, n.3, p.95-110, 2011.
- MENDES, M.C.; POSSATO JUNIOR, O.; ROSSI, E.S.; NEIVERTH, V.; ZOCHE, J.C.; SCHLOSSER, J.; ROSÁRIO, J.G.DO; FARIA, M.V. Redução da Adubação em Cobertura e Associação com *Azospirillum brasilense* aplicado Via Foliar na Cultura do Milho em Espaçamento Reduzido. **Anais... XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Águas de Lindóia, SP, 2012. CD-ROM.
- MENDES, M.C.; GAVA, E.; SCHLOSSER, J.; ZOCHE, J.C.; MATCHULA, P.H.; NEIVERTH, J. Estudo de dose e modo de aplicação de *Azospirillum Brasilense* Com Redução da Adubação de Cobertura na Cultura Do Milho. **Anais... XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Salvador, BA, 2014. CD-ROM.
- MENEGHIN, M. F. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, S. A. DE; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; AMABILE, R. F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1941-1948, 2008.
- SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N. FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p.833-842, 2007.
- SALA, V. M. R.; FREITAS, S. S.; DONZELI, V. P.; FREITAS, J. G.; GALLO, P. B.; SILVEIRA, A. P. D. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 345-352, 2005.
- TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

TABELA 1. Médias das avaliações dos parâmetros agrônômicos estudados associados ao uso de diferentes doses de *Azospirillum brasilense*<sup>1</sup> em três diferentes modos de aplicação na cultura do milho, na safra agrícola 2014/2015. Guarapuava,PR.

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.\* TS – tratamento de semente; SULCO – aplicação no sulco de plantio; Área total – aplicação foliar na área da parcela

N	Azo	Modo Aplicação*	NFoliar	P 1000	PROD
0	0	-	14.9 a	358 a	10.289 b
50%	0	-	16.5 a	358 a	10.451 b
100%	0	-	23.6 a	370 a	12.012 a
50%	100	TS	21.9 a	366 a	11.041 b
50%	200	Sulco	25.1 a	366 a	11.098 b
50%	300	Sulco	18.8 a	364 a	12.209 a
50%	200	Área total	20.2 a	364 a	11.306 b
50%	300	Área total	21.9 a	369 a	11.098 b
<b>Média</b>			<b>20,4</b>	<b>384.6</b>	<b>11.182</b>
<b>C.V. (%)</b>			<b>22,1</b>	<b>16.6</b>	<b>7,2</b>





## Aplicação de bioestimulante e fertilizante nitrogenado no estágio $V_T$ da cultura do milho.

Thays Vieira Bueno<sup>(1)</sup>; Wender Santos Rezende<sup>(2)</sup>; Diego Francisco Fuentes Aguilera<sup>(3)</sup>; Danyllo Ferreira dos Reis<sup>(4)</sup>; Gilmar Dantas da Silva<sup>(5)</sup>; Ricardo Camara Werlang<sup>(6)</sup>; Césio Humberto de Brito<sup>(7)</sup>.

<sup>(1)</sup>Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; thaysvieirabueno@gmail.com; <sup>(2)</sup>Doutorando em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa; wendersrezende@gmail.com; <sup>(3)</sup>Engenheiro Agrônomo, Autônomo; <sup>(4)</sup>Pesquisador, PA Consultoria Agrônômica, Pesquisa & Agricultura de Precisão; <sup>(5)</sup>Pesquisador, Syngenta Brasil; <sup>(6)</sup>Pesquisador; <sup>(7)</sup>Docente, Universidade Federal de Uberlândia.

**RESUMO:** A melhoria do manejo da adubação nitrogenada e o uso de bioestimulantes são práticas agrícolas que visam aprimorar o sistema de produção da cultura do milho. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de fertilizante nitrogenado e bioestimulante no estágio  $V_T$  sobre caracteres agrônômicos da cultura do milho. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2012/2013 na fazenda Floresta do Lobo, localizada em Uberlândia. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial  $2 \times 2$ , com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu a presença e ausência de aplicação de N no estágio  $V_T$  do milho, e o segundo a presença e ausência de aplicação foliar de bioestimulante também realizada em  $V_T$ . As características avaliadas foram porcentagem de colmos saudios, diâmetro de colmos, força de quebraamento do colmo, altura de quebraamento do colmo e força de arranquio da planta. Não houve interação significativa entre a adubação nitrogenada em  $V_T$  e a aplicação de bioestimulante nas características avaliadas. Verificou-se que a aplicação do fertilizante nitrogenado em  $V_T$  proporcionou o aumento significativo nas características, porcentagem de colmos saudios, diâmetro de colmos, força de quebraamento do colmo e altura de quebraamento do colmo. A aplicação do bioestimulante propiciou o aumento significativo na força necessária ao arranquio da planta. Assim, conclui-se que a adubação nitrogenada no estágio  $V_T$  da cultura do milho promove a melhoria na qualidade do colmo no final do ciclo, e a aplicação foliar do bioestimulante em  $V_T$  aumenta a resistência ao arranquio da planta.

**Termos de indexação:** adubação nitrogenada, regulador de crescimento, *Zea mays* L..

## INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.), em função de sua composição, valor nutritivo e elevado potencial produtivo, exerce papel fundamental no sistema de produção brasileiro e mundial (Dourado Neto et al., 2004). Além disso, o milho possui diversas aplicações, tanto na alimentação humana quanto animal, e serve de matéria-prima industrial, possuindo importante papel socioeconômico.

Devido à importância desta cultura, existe uma busca incessante pelo aprimoramento do sistema de produção. Nesse sentido, pode-se citar a melhoria do manejo da adubação nitrogenada e o uso de bioestimulantes.

A época de aplicação do fertilizante nitrogenado na cultura do milho tem levantado muitas controvérsias e discussão devido a suas transformações no solo e perdas por lixiviação e volatilização (Meira, 2006; Lara Cabezas & Souza, 2008). Comumente, os fertilizantes nitrogenados são aplicados de forma parcelada no início do ciclo da cultura, parte em semeadura e parte em cobertura, quando as plantas apresentam de quatro a oito folhas expandidas (estádios  $V_4$  a  $V_8$ ) (Fornasieri Filho, 2007). Porém, após o florescimento a planta ainda absorve cerca de metade do nitrogênio (N) que necessita (Cantarella, 1993). Por isso, alguns autores discutem as vantagens da aplicação tardia de N (Meira, 2006; Fornasieri Filho, 2007).

Com relação aos bioestimulantes, diversos autores têm mostrado sua eficiência no incremento do crescimento e rendimento de culturas como milho (Dourado Neto et al., 2004), soja (Albrecht et

al., 2011) e feijoeiro (Abrantes et al, 2011). Os bioestimulantes são compostos sintéticos ou naturais que podem ser aplicados diretamente sobre as plantas, para obtenção de diversos efeitos, como promover, retardar ou inibir o crescimento vegetativo, com intuito de incrementar a produção e melhorar a qualidade do produto (Rademacher, 2000). Esses compostos fazem parte do grupo de substâncias vegetais denominadas hormônios vegetais, dentre os quais citam-se auxinas, citocininas e giberilinas (Dourado Neto et al., 2004).

Visto isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de fertilizante nitrogenado e bioestimulante no estágio  $V_T$  sobre caracteres agrônômicos da cultura do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2012/2013 na fazenda Floresta do Lobo, localizada em Uberlândia – MG (19°04'39"S, 48°07'49"W, a 961 m de altitude). O solo da área é classificado como um latossolo vermelho (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2, com cinco repetições. O primeiro fator correspondeu a presença e ausência de aplicação de 25 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) no estágio  $V_T$  do milho (pendoamento). O segundo fator correspondeu a presença e ausência de aplicação foliar de bioestimulante também em  $V_T$ . As parcelas experimentais foram constituídas por seis linhas de 4,2 m, espaçadas por 0,6 m, sendo as quatro linhas centrais consideradas como parcela útil, totalizando, portanto, 10,08 m<sup>2</sup> de área útil em cada parcela.

O bioestimulante utilizado foi composto por cinetina (0,09 g L<sup>-1</sup>), ácido giberélico (0,05 g L<sup>-1</sup>) e ácido 4-indol-3-ilbutírico (0,05 g L<sup>-1</sup>), cuja dose aplicada foi de 1 L ha<sup>-1</sup>. A pulverização do bioestimulante foi realizada com pulverizador costal motorizado com pontas XR 110-02 e volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. A aplicação do fertilizante nitrogenado em  $V_T$  foi realizada manualmente a lanço na entrelinha da cultura. Para tanto, utilizou-se sulfato de amônio (21% de N) na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, o que resultou em 25 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Utilizou-se um híbrido simples de milho de alto potencial produtivo, cujo manejo buscou expressão desse potencial. Antes da implantação do experimento foram aplicados 150 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (60 % de K<sub>2</sub>O) a lanço. A semeadura foi realizada sob sistema de semeadura direta, com aplicação, em todos os tratamentos, de 250 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (11-54-00). A adubação de cobertura foi realizada no estágio  $V_5$  (cinco folhas expandidas), também em todos os tratamentos, com 450 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 36-00-12.

As características avaliadas foram força de quebraamento do colmo, altura de quebraamento do colmo, porcentagem de colmos sadios, diâmetro de colmos e força de arranquio da raiz.

A força necessária ao quebraamento do colmo foi avaliada em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil com o uso do aparelho inclinômetro, equipado com dinamômetro. Utilizou-se o método descrito por Gomes et al. (2010), que consiste em aplicar força transversal ao colmo na altura da espiga principal, com auxílio de uma corda, até o ponto de ruptura da planta. Ao romper-se o colmo, o dinamômetro registra a força necessária ao quebraamento. A altura de quebraamento correspondeu à altura entre o solo e o ponto em que o colmo quebrou-se e foi medida com fita métrica.

Para avaliação dos colmos sadios, cortaram-se o colmo de uma das linhas da parcela útil a cerca de 30 cm do solo. Posteriormente contou-se o número de colmos sadios e podres e calculou-se a porcentagem que os sadios representavam no total.

O diâmetro de colmo foi avaliado, com paquímetro digital, em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil, iniciando-se a partir da segunda planta da linha. Mediu-se o diâmetro maior do colmo do milho no segundo entrenó acima do nível do solo.

A força necessária ao arranquio da planta foi avaliada em dez plantas sequenciais de uma das linhas da parcela útil com o uso do aparelho arrancômetro, constituído por uma base de sustentação, uma manivela, um sistema de roldanas, uma garra e um dinamômetro. A metodologia, descrita por Gomes et al. (2010), consiste em exercer força vertical necessária para arrancar a planta. O sistema de roldanas distribui a força necessária ao arranquio em quatro partes, e o dinamômetro quantifica uma dessas partes. Para o cálculo da força total necessária ao arranquio da planta, aplicou-se a equação  $F = Fd \times 4$ , onde  $F$  é a força total (kgf) e  $Fd$  é a força medida pelo dinamômetro (kgf).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Utilizou-se 0,05 como valor de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre a adubação nitrogenada em  $V_T$  e a aplicação de bioestimulante nas características avaliadas. Para porcentagem de colmos sadios, diâmetro de colmo, força de quebraamento do colmo e altura de quebraamento do colmo observou-se efeito significativo do fator adubação nitrogenada em  $V_T$ .

A porcentagem de colmos sadios e o diâmetro de colmo aumentaram com a aplicação de fertilizante nitrogenado em  $V_T$  (Tabela 1). O suprimento adequado de N favorece o stay green, que pode ser definido como o atraso da senescência da planta, ou seja, a manutenção da planta com alto metabolismo no final do ciclo (Borrell et al., 2001). Desse modo, a aplicação de fertilizante nitrogenado em  $V_T$  possivelmente propiciou fornecimento mais adequado de N para as plantas, conseqüentemente aumentando o stay green e retardando o apodrecimento dos colmos. Com isso, os colmos permaneceram mais turgidos, justificando o aumento no diâmetro de colmo.

**Tabela 1** – Porcentagem de colmos sadios e diâmetro de colmo em relação à ausência e presença de adubação nitrogenada em  $V_T$ .

Adubação nitrogenada em $V_T$	Colmos sadios (%)	Diâmetro de colmo (mm)
Ausência	72,77 b <sup>/1</sup>	21,93 b
25 kg N ha <sup>-1</sup>	87,89 a	22,46 a

<sup>/1</sup> médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A adubação nitrogenada em  $V_T$  aumentou a força necessária para o quebramento do colmo do milho (Tabela 2). Isto sugere que em condições adversas, como na presença de ventos fortes, a adubação nitrogenada em  $V_T$  pode tornar as plantas mais resistentes ao acamamento (Rezende et al., 2015). Possivelmente, esse resultado é decorrente do aumento do *stay green* mencionado anteriormente.

**Tabela 2** – Força de quebramento do colmo e altura de quebramento do colmo em relação à ausência e presença de adubação nitrogenada em  $V_T$ .

Adubação nitrogenada em $V_T$	Força de quebramento (kgf)	Altura de quebramento (cm)
Ausência	0,85 b <sup>/1</sup>	75,36 b
25 kg N ha <sup>-1</sup>	1,07 a	81,88 a

<sup>/1</sup> médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

A aplicação de nitrogênio em  $V_T$  também proporcionou aumento na altura de quebramento do colmo. A altura de quebramento do colmo, quando este evento ocorre, é um fator decisivo para a viabilidade da colheita, pois maior altura de quebramento permite que a espiga fique mais distante do solo.

O bioestimulante promoveu aumento significativo

na força de arranquio da planta (Tabela 3). Essa medida é utilizada como avaliação da resistência das plantas de milho ao acamamento (Gomes et al., 2010).

Há muitos relatos da eficiência de bioestimulantes no crescimento de raízes de culturas como soja (Moterle et al., 2011) e milho (Aragão et al., 2001). Contudo, no presente trabalho, o bioestimulante foi aplicado quando o crescimento das raízes do milho estava cessando (Fornasieri Filho, 2007). Por isso, o aumento na resistência das raízes ao arranquio possivelmente está relacionada à maior manutenção da integridade das raízes durante o período reprodutivo da cultura proporcionada pelo bioestimulante.

**Tabela 3** – Força de arranquio da planta quanto à ausência e presença de bioestimulante aplicado em  $V_T$ .

Aplicação de bioestimulante	Força de arranquio (kgf)
Ausência	38,01 b <sup>/1</sup>
Presença	45,36 a

<sup>/1</sup> médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

## CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizante nitrogenado no estágio  $V_T$  da cultura do milho promove melhoria na qualidade do colmo no final do ciclo, pois aumenta a porcentagem de colmos sadios, o diâmetro de colmo, a força de quebramento do colmo e a altura de quebramento do colmo.

A aplicação foliar de bioestimulante em  $V_T$  aumenta a resistência ao arranquio da planta.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Syngenta, pelo apoio financeiro e estrutural.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALERIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 148-154, 2011.
- ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. J. P.; RICCI, T. T. Manejo de biorregulador nos componentes de produção e



desempenho das plantas de soja, **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 865-876, 2011.

ARAGÃO, C. A.; LIMA, M. W. P.; MORAIS, O. M.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D.; NAKAGAWA, J. CAVARIANI, C. Fitorreguladores na germinação de sementes e no vigor de plântulas de milho super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 62-67, 2001.

BORRELL, A.; HAMMER, G.; OOSTEROM, E. V. Stay-green: a consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling?. **Annals of Applied Biology**, Chichester, v. 138, n. 1, p. 91-95, 2001.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1993. 166p.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JÚNIOR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTIN, T. M.; BONNECARRÉRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 574p.

GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; BRITO, C. H.; MORAES, D. F.; LOPES, M. T. G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 140-145, 2010.

LARA CABEZAS, W. A. R. L.; SOUZA, M. A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2331-2342, 2008.

MEIRE, F. A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. 2006. 52f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2006.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, n. 1, p.501-531, 2000.

REZENDE, W. S.; BRITO, C. H.; BRANDÃO, A. M.; FRANCO, C. J. F.; FERREIRA, M. V.; FERREIRA, A. S. Desenvolvimento e produtividade de grãos de milho submetido a níveis de desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 203-209, 2015.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; BARBOSA, D. K.; MOCHINSKI, A. Influência de fitoregulador no crescimento do milho. **Anais... I Seminário Sistemas de Produção Agropecuária, Dois Vizinhos – PR**. 2007.



## Aplicação de nitrogênio no sulco do milho safrinha.

**Douglas de Castilho Gitti<sup>(1)</sup>; Andre Faleiros Lourenção<sup>(2)</sup>; José Fernando Jurca Grigolli<sup>(3)</sup>;  
Alex Marcel Melotto<sup>(4)</sup>; Renato Roscoe<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Pesquisador Fertilidade do Solo; Fundação MS; Maracaju, MS; douglas@fundacaoms.org.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador Fitotecnia Milho; Fundação MS; <sup>(3)</sup> Pesquisador Fitossanidade; Fundação MS; <sup>(4)</sup> Pesquisador Sistemas Integrados; Fundação MS; <sup>(5)</sup> Engenheiro Agrônomo Doutor.

**RESUMO:** O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais proporciona aumentos de produtividade do milho (Bull, 1993). Práticas de manejo da adubação nitrogenada em áreas de plantio direto podem otimizar sua utilização e reduzir o custo no sistema de produção. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de doses e fontes de N na população de plantas e produtividade de grãos aplicando o N no sulco de semeadura do milho safrinha. Os experimentos foram conduzidos no município de Maracaju, MS, durante a safrinha de 2015 em sucessão a cultura da soja. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 5 repetições e 5 tratamento (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>), sendo o experimento 1 realizado com ureia convencional (45-00-00), e o experimento 2 ureia com revestimento de enxofre (40-00-00). Foi avaliada a população inicial e final de plantas, número de espigas, massa de 100 grãos e produtividade. Concluiu-se que: o aumento das doses de N no sulco de semeadura do milho safrinha apresentou resposta distinta entre as fontes de N avaliadas sobre a população de plantas e a produtividade de grãos do milho safrinha.

**Termos de indexação:** Ureia, Revestimento, Enxofre.

### INTRODUÇÃO

A adubação do sistema de produção soja e milho safrinha em áreas que apresentam elevados teores de nutrientes no solo são realizados considerando a reposição do estoque de nutrientes no solo, definindo as quantidades de nutrientes a serem aplicadas a partir dos níveis de exportação proporcionais às produtividades esperadas das culturas da soja e do milho safrinha.

Em Mato Grosso do Sul, o milho safrinha predomina no sistema de produção que apresenta a

cultura da soja como sucessão. Nesse sistema, calcula-se que a fixação biológica de N pela cultura da soja deixe um residual no solo de 35 a 45 kg ha<sup>-1</sup> de N (Oliveira et al., 2008). A mineralização libera em média 20 kg ha<sup>-1</sup> de N para cada 1% de matéria orgânica do solo (Coelho et al., 2008). Em um solo com 3% de matéria orgânica (30 g kg<sup>-1</sup>), seriam liberados 60 kg ha<sup>-1</sup> de N. Assim, em média, solos agrícolas bem corrigidos e em sistema plantio direto estabelecido podem fornecer cerca de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N para a cultura do milho safrinha em sucessão à soja. Levando-se em consideração as produtividades médias para a safrinha, as quais têm ficado entre 4.800 a 6.000 kg ha<sup>-1</sup> em Mato Grosso do Sul, o milho apresenta demanda de N entre 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (Pauletti, 2004). Nessas condições, adubações nitrogenadas entre 20 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N seriam suficientes para a manutenção desse nutriente (Roscoe; Miranda, 2013).

Em solos que apresentam disponibilidade adequada de nutrientes o fornecimento da demanda nutricional das culturas da soja e do milho safrinha em sucessão, pode ser realizado na cultura da soja (principalmente o fósforo), assim há possibilidade da aplicação da demanda de N do sistema para a cultura do milho safrinha no sulco de semeadura, tendo em vista o melhor aproveitamento do N pela redução do processo de volatilização, que ocorre em aplicações em superfície. No entanto, há dúvidas com relação à quantidade e a fonte de N a ser aplicado no sulco de semeadura da cultura do milho safrinha.

Para tanto, foram conduzidos dois experimentos para análise da aplicação de doses de N no sulco de semeadura da cultura do milho safrinha com os fertilizantes nitrogenados, ureia convencional (45-00-00) e ureia com revestimento de enxofre - Polyblen (40-00-00), durante a safrinha de 2015.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Maracaju, MS, na unidade de pesquisa da Fundação MS, localizada na Fazenda Alegria. As características químicas do solo na profundidade de 0-20 cm foram: pH  $\text{CaCl}_2 = 5,3$ , matéria orgânica =  $33,9 \text{ g dm}^{-3}$ , P Mehlich =  $20,9 \text{ mg dm}^{-3}$ , K =  $0,27 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Ca =  $5,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Mg =  $1,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Al = 0, CTC =  $10,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , V% = 63,1 e argila = 37%.

Foram conduzidos dois experimentos em blocos casualizados com 5 repetições, sendo as doses de N no sulco de semeadura de 0, 40, 80, 120 e 160  $\text{kg ha}^{-1}$  e duas fontes de N (ureia convencional - 45-00-00) e ureia com revestimento de enxofre (Polyblen - 40-00-00), sendo as fontes avaliadas em experimentos distintos durante a safrinha de 2015.

Em ambos os experimentos a semeadura do híbrido AG 9040 YG foi realizada no dia 11 de fevereiro de 2015 com a densidade de 60.000 sementes por ha. A possibilidade da antecipação da semeadura da soja para o final de setembro e início de outubro, permite o início da semeadura do milho safrinha, em sucessão a essa leguminosa, já na última semana de janeiro e início de fevereiro.

O tratamento de sementes foi realizado com os produtos Standak® e Cruiser® nas doses de 4 e 10  $\text{mL kg}^{-1}$  de sementes, respectivamente.

Foi avaliada a população inicial de plantas por ha, população final de plantas por ha, número de espigas por ha, produtividade e massa de 100 grãos do milho safrinha.

A população inicial de plantas foi realizada aos 6 dias após a semeadura do milho. As avaliações da população final de plantas por ha, número de espigas por ha, produtividade e massa de 100 grãos foram realizadas no momento da colheita do milho, no dia 13 de julho de 2015.

Foi realizada a análise de variância dos resultados pelo teste F e após identificação de significância ( $p < 0,05$ ) submeteu-se os dados a análise de regressão. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento das doses de N aplicadas no sulco de semeadura do milho safrinha reduziu linearmente a população inicial, final e número de espigas por ha. O reflexo da redução no estande de plantas proporcionou também, redução na produtividade do milho safrinha utilizando como fertilizante nitrogenado a ureia. Com relação à massa de 100

grãos não houve influência das doses de N aplicadas no sulco de semeadura do milho safrinha (Tabela 1 e 2).

A população inicial, final e o número de espigas por ha reduziram em 103,3 plantas ( $y = 52.366,7000 - 103,3343x$ ); 98,3 plantas ( $y = 52.066,7 - 98,3x$ ) e 85,4 espigas ( $y = 52.999,8 - 85,4x$ ) por kg de N (Tabela 1) aplicado no sulco de semeadura do milho safrinha utilizando a ureia, reduzindo consequentemente a produtividade em 8,9 kg de milho ( $y = 6.167,7 - 8,9x$ ) por ha por kg de N (Tabela 2), conforme ajuste as equações lineares negativas.

**Tabela 1** - População inicial, final e número de espigas por ha do milho safrinha em função da aplicação de doses de N no sulco de semeadura utilizando como fertilizante nitrogenado a ureia (45-00-00). Maracaju, MS, 2016.

Doses N ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Pop. inicial (plantas $\text{ha}^{-1}$ )	Pop. final (plantas $\text{ha}^{-1}$ )	Nº Espigas (espigas $\text{ha}^{-1}$ )
0	51.166 <sup>(1)</sup>	50.666 <sup>(2)</sup>	52.166 <sup>(3)</sup>
40	47.166	48.500	48.666
80	47.833	45.666	49.000
120	40.499	41.833	43.166
160	33.833	34.333	37.833
Teste F	14,09**	8,67**	7,51**
CV	8,4	9,9	8,9

\*\* - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F. CV - coeficiente de variação. <sup>(1)</sup>  $y = 52366,7000 - 103,3343x$  ( $R^2 = 0,89$ ). <sup>(2)</sup>  $y = 52.066,7 - 98,3x$  ( $R^2 = 0,93$ ). <sup>(3)</sup>  $y = 52.999,8 - 85,4x$  ( $R^2 = 0,90$ ).

**Tabela 2** - Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio no sulco de semeadura utilizando como fertilizante nitrogenado a ureia (45-00-00). Maracaju, MS, 2016.

Doses N ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
0	24,75	5959 <sup>(1)</sup>
40	25,65	5817
80	25,67	5778
120	26,30	5242
160	26,32	4451
Teste F	1,47 <sup>ns</sup>	7,92**
CV	4,1	8,1

\*\* e <sup>ns</sup> - significativo a 1% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. CV - coeficiente de variação. <sup>(1)</sup>  $y =$



6.167,7 – 8,9x (R<sup>2</sup> = 0,83).

A semeadura do milho safrinha em condições de solo mais úmidos e com precipitações com grandes volumes, principalmente final de janeiro e início de fevereiro, são fatores que devem ser levados em consideração quanto à aplicação de N no sulco do milho, pois a aplicação de fontes nitrogenadas com alta solubilidade, como exemplo: a ureia convencional pode salinizar o sulco de semeadura e reduzir o estande inicial e final de plantas, consequentemente a produtividade.

Os fertilizantes nitrogenados que apresentam tecnologias para liberação lenta do N, como exemplo: as ureias revestidas com enxofre elementar podem contribuir para a cultura do milho safrinha em semeaduras realizadas no final de janeiro e início de fevereiro, devido à liberação lenta distribuída durante o ciclo dessa cultura, principalmente do N aplicado no sulco de semeadura.

Utilizando como fertilizante nitrogenado o produto Polyblen, o aumento das doses de N aplicadas no sulco de semeadura do milho safrinha proporcionou resposta quadrática da população inicial, final, número de espigas por ha e da produtividade (Tabela 3 e 4). Ou seja, as doses que proporcionaram maiores estimativas da população inicial, final, número de espigas por ha e produtividade foram de 49,3; 50,2; 53,1 e 60,0 kg/ha de N aplicado no sulco de semeadura, sendo os valores obtidos conforme derivada das equações  $y = 52.280,8166 + 99,4297x - 1,0094x^2$ ;  $y = 51.947,5261 + 110,1232x - 1,0962x^2$ ;  $y = 52.830,0809 + 79,0511x - 0,7440x^2$  e  $y = 6.166,5142 + 21,3124x - 0,1778x^2$ , respectivamente. Assim, doses superiores às mencionados podem reduzir o estande de plantas e consequentemente a produtividade.

**Tabela 3** - População inicial, final e número de espigas por ha do milho safrinha em função da aplicação de doses de N no sulco de semeadura utilizando como fertilizante nitrogenado o produto Polyblen (40-00-00). Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg ha <sup>-1</sup> )	Pop. inicial (plantas ha <sup>-1</sup> )	Pop. final (plantas ha <sup>-1</sup> )	Nº Espigas (espigas ha <sup>-1</sup> )
0	53.666 <sup>(1)</sup>	51.833 <sup>(2)</sup>	52.833 <sup>(3)</sup>
40	52.166	56.000	55.666
80	52.889	50.222	51.777
120	53.333	52.666	54.222
160	40.666	40.444	45.555
Teste F	24,75 **	31,62 **	6,63 **

CV 3,86 3,70 5,18

\*\* - significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F. CV – coeficiente de variação. <sup>(1)</sup>  $y = 52.280,8166 + 99,4297x - 1,0094x^2$  (R<sup>2</sup> = 0,79). <sup>(2)</sup>  $y = 51.947,5261 + 110,1232x - 1,0962x^2$  (R<sup>2</sup> = 0,81). <sup>(3)</sup>  $y = 52.830,0809 + 79,0511x - 0,7440x^2$  (R<sup>2</sup> = 0,75).

Considerando os valores das doses obtidas para as avaliações e a expectativa de produtividade do milho safrinha de 6.000 kg ha<sup>-1</sup> (100 sc ha<sup>-1</sup>), a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N utilizando o produto Polyblen seria suficiente para suprir a demanda de N por essa cultura em sucessão a soja.

**Tabela 4** - Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha em função da aplicação de doses de N no sulco de semeadura utilizando como fertilizante nitrogenado o produto Polyblen (40-00-00). Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg/ha)	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg/ha)
0	26,40	6.119 <sup>(1)</sup>
40	26,62	6.976
80	27,22	6.289
120	27,02	6.513
160	26,22	4.923
Teste F	0,27 <sup>ns</sup>	2,60 <sup>***</sup>
CV	6,00	15,38

\*\*\* e ns - significativo a 10% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. CV – coeficiente de variação. <sup>(1)</sup>  $y = 6.166,5142 + 21,3124x - 0,1778x^2$  (R<sup>2</sup> = 0,83).

## CONCLUSÕES

O aumento das doses de N no sulco de semeadura do milho safrinha, utilizando a ureia (45-00-00) como fonte nitrogenada, reduziu linearmente a população inicial e final de plantas, número de espigas e a produtividade de grãos.

O aumento das doses de N no sulco de semeadura do milho safrinha, utilizando como fonte nitrogenada o produto Polyblen (40-00-00), proporcionou incremento na produtividade de grãos até a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os funcionários da Fundação MS pela dedicação e comprometimento na execução das atividades de pesquisas

## REFERÊNCIAS

BÜLL, L. T. **Nutrição mineral do milho**. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-145.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERMANI, L.C. **Fertilidade de solos**. In: Sistemas de Produção, 2. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas-MS, 2008.

OLIVEIRA, F.A.; CASTRO, C.; SFREDO, G.J.; KLEPKER, D.; OLIVEIRA-JUNIOR, A. **Fertilidade do solo e nutrição mineral da soja**. Circular Técnica 62, Embrapa Soja, Londrina-PR, 2008. 8p.

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e interpretações**. 2.ed. Castro, Fundação ABC, 2004. 86p.

ROSCOE, R.; MIRANDA, R.A.S. Manejo da adubação do milho safrinha. In: ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; PITOL, C.; MIRANDA, R.A.S. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2013**. Curitiba: Midiograf, 2013. cap. 1, p. 15-36.



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**

**"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"**

---

## Avaliação de características agronômicas de duas variedades de milho crioulo submetidas a diferentes doses de *Azospirillum brasilense*.

**Daelcio Vieira Spadotto<sup>(1)</sup>; Francieli da Silva Santos<sup>(1)</sup>; Maurício Maraschin Neumann<sup>(1)</sup>; Natan Crestani<sup>(1)</sup>; Jefferson Gonçalves Acunha<sup>(2)</sup>; Wellington Rogério Zanini<sup>(2)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Discentes de bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul; Sertão, Rio Grande do Sul. daelciospadotto@gmail.com; franzinha\_s@hotmail.com; mauricioneumann66@gmail.com; natancrestani@hotmail.com.br; <sup>(2)</sup> Docentes do bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul.

**RESUMO:** O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importante do mundo a qual demanda grande quantidade de nitrogênio, este pode ser obtido por meio da inoculação de semente com a bactéria *Azospirillum brasilense*. Deste modo, o objetivo desde trabalho foi avaliar o comportamento de características agronômicas de duas variedades de milho, submetidas as diferentes doses de *Azospirillum brasilense*. O experimento foi conduzido no município de Lagoa Vermelha, RS, sem a utilização de adubação mineral. O delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x4, sendo o primeiro fator as cultivares sendo estas, "Oito Carreiras" e "Cateto" e o segundo fator as diferentes doses de *Azospirillum brasilense* (0; 2; 4 e 8 g kg<sup>-1</sup> de semente). Os parâmetros avaliados foram: inserção de espiga, altura de planta, teor de clorofila e rendimento de grãos ha<sup>-1</sup>. O produto *Azospirillum brasilense* não demonstrou influência na variável inserção de espiga, altura de planta e teor de clorofila em nenhuma das variedades isoladas. Houve influência das diferentes dosagens em ambas as variedades. A variedade "Cateto" é mais responsiva no quesito rendimento de grãos, quando usado o produto *Azospirillum brasilense*. A dosagem que mais proporcionou incremento no rendimento de grãos na cultivar "Cateto" foi de quatro g Kg<sup>-1</sup> (5162 kg ha<sup>-1</sup>), e para o oito carreira oito g kg<sup>-1</sup> de semente (3398 kg ha<sup>-1</sup>).

**Termos de indexação:** *Zea mays*, inoculação de plantas, sementes crioulas.

### INTRODUÇÃO

As variedades crioulas são importantes por razões técnicas, ambientais e sociais. Apesar de produzir menos que os híbridos comerciais, essas

variedades são importantes para o melhoramento genético como fonte de variabilidade genética, e também como fonte de renda para pequenos agricultores (Souza, 2008).

O nitrogênio é, entre os nutrientes que são absorvidos do solo, o que a maioria das plantas necessita em maior quantidade, já que este é constituinte de proteínas, aminoácidos, pigmentos, ácidos nucleicos, hormônios, coenzimas, vitaminas e alcaloides (Floss, 2011). Esse elemento, geralmente, é o mais caro nos sistemas de produção (Cantarella & Marcelino, 2008), assim, uma alternativa para a adubação química, seria de grande valia, como as bactérias fixadoras de nitrogênio (Hungria, 2011).

O gênero *Azospirillum* abrange um grande grupo de bactérias de promotoras de crescimento de plantas (BPCP) (Hungria, 2011). Essas bactérias são rizobactérias de vida livre fixadoras de N<sub>2</sub>, que são de estrita associação com as raízes das plantas. Elas conseguem exercer efeitos benéficos na produção e crescimento de várias culturas, nos mais diferentes solos e ambientes (Okon & Vanderleyden, 1997).

A principal espécie de bactéria fixadora de nitrogênio pesquisada no Brasil, desde os anos 1970, é a *Azospirillum brasilense*, tentando se delinear uma interação entre a bactéria e diversas plantas de interesse agrônomo (Hungria, 2011).

Um dos fatores chave para a inoculação é a seleção das estirpes certas para a espécie vegetal a ser inoculada (Hungria, 2011), ou ainda para diferentes cultivares da mesma espécie (Wani et al., 1985).

A determinação do teor de nitrogênio na folha da planta pode ser realizada mais rapidamente com o auxílio de um medidor portátil, em alternativa aos métodos tradicionais, que requerem destruição de amostras e maior trabalho na extração e quantificação (Dwyer et al., 1991).



Dentre a diversidade de variedades de milho existentes cultivadas pelos agricultores, poucas informações se tem sobre seus comportamentos em relação a caracteres agrônômicos. Um deles é quanto a resposta a uso de diferentes tecnologias empregadas como o uso de *Azospirillum brasilense*.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de características agrônômicas de duas variedades de milho, submetidas as diferentes doses de *Azospirillum brasilense*.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Lagoa Vermelha, no Rio Grande do Sul, em um Latossolo Vermelho distrófico húmico (Streck et al., 2008), e com um clima, segundo Koppen, classificado como Cfb, caracterizado como clima temperado úmido com chuvas uniformemente distribuídas e verões amenos (Moreno, 1961).

O experimento foi semeado manualmente no dia 26/10/2014, com um espaçamento de 0,5m. Não foi utilizado nenhum tipo de fertilizante na base nem em cobertura. Os resultados da análise química do solo da camada 0-20 cm foram: pH em água: 4,7; teor de argila: 60%; Matéria orgânica (M.O): 3,3 %; Potássio (K): 122 mg dm<sup>-3</sup>; Fósforo (P): 1,8 mg dm<sup>-3</sup>; Cálcio (Ca): 5,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Magnésio (Mg): 3,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Alumínio (Al): 2,25 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC<sub>pH7,0</sub>: 22, 97; Saturação por bases (V): 40,15 %.

Foram utilizadas duas variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.), coletadas de agricultores da região, que vem sendo selecionadas a anos por estes, visando sempre aumentar a produtividade, sendo designadas por "Oito Carreiras", que apresenta colocação de grão branco, arquitetura foliar ereta, porte alto e ciclo precoce, e "Cateto", uma variedade de ciclo longo, porte alto, coloração laranja-forte e arquitetura foliar aberta, variedade que foi muito utilizada em programas locais de milho híbrido, devido a sua grande heterose em cruzamento com outras variedades (Paterniani & Goodman, 1977 apud Sawazaki & Furlani, 1987), e também a sua tolerância ao calor e alumínio (Sawazaki & Furlani, 1987).

Para controle de plantas daninhas, tanto em pré como pós-emergência, realizou-se capinas. Não foram aplicados produtos para controle de insetos, nem doenças. O produto foi a base de *Azospirillum brasilense*, contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 na concentração de 2 x 10<sup>8</sup> Unidades Formadoras de Colônia g<sup>-1</sup>. O composto foi aplicado no momento do semeio, diretamente na semente.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial "2x4", com quatro blocos. Onde o primeiro fator foram as variedades (Oito Carreiras e Cateto), já o segundo

fator foram as doses do produto a base de *Azospirillum brasilense* (0, 2, 4 e 8 g kg<sup>-1</sup> de semente), sendo que a indicação do produto é a dose de 4 g do produto diluído em solução açucarada por kg de semente. As parcelas utilizadas tiveram área de 12 m<sup>2</sup>, mas a área útil foi de 4,5 m<sup>2</sup>.

Dentre as variáveis avaliadas encontram-se: a altura de plantas, a altura da inserção da espiga, o teor de clorofila e o rendimento de grãos por hectare. Com exceção do rendimento de grãos, as demais variáveis foram avaliadas em 4 plantas por parcela, no estádio V12.

O método utilizado para avaliação do teor de clorofila foi o descrito no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Rolas, 2004). Para a leitura do teor de clorofila utilizou-se o Medidor Portátil de Clorofila (MPC) Falker® Clorofilog®, o qual possui uma escala de medição de zero a 100 Índice de Clorofila Falker (ICF), resolução de medição de 0,1 ICF e três faixas de frequência de medição (Falker, 2007).

Posteriormente à colheita, foi feita a classificação das amostras para retirar as impurezas, e também a quantificação da umidade, para posterior correção a 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo programa Assistat®, onde as médias foram comparadas pelo teste F, e se detectada diferença, foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 1** – Valores de rendimento de grãos, em kg ha<sup>-1</sup>, para as duas variedades, em relação, as diferentes doses de *Azospirillum brasilense*, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Doses de <i>Azospirillum</i> (g kg <sup>-1</sup> de semente) <sup>1</sup>			
	0	2	4	8
8 Carreiras	1613 aD	3109 bB	2487 bC	3398 bA
Cateto	1739 aC	3873 aB	5162 aA	3957 aB

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra maiúscula, não se diferenciaram na linha, e para letras minúsculas, na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV<sub>exp.</sub> = 5,35 %.

Como pode-se observar na **tabela 01** houve interação dos fatores analisados. Na variedade "8 Carreiras" a melhor dosagem do produto foi de oito g kg<sup>-1</sup> de semente (3398 kg ha<sup>-1</sup>) seguida de dois g kg<sup>-1</sup> de semente (3109 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro g kg<sup>-1</sup> de semente (2487 kg ha<sup>-1</sup>). Estes resultados mostram a importância de se usar o produto, pois independente da dosagem obteve-se incremento no rendimento

de grãos em relação a dosagem zero.

Para a variedade "Cateto", também denota-se diferença com incremento no rendimento. A melhor dosagem foi de quatro g kg<sup>-1</sup> de semente (5162 kg ha<sup>-1</sup>) seguida de oito (3957 kg ha<sup>-1</sup>) e dois g kg<sup>-1</sup> de semente (3873 kg ha<sup>-1</sup>), em que nestes dois últimos valores tanto faz usar um quanto outro, segundo análise estatística.

Existem poucos estudos com diferentes dosagens de *Azospirillum brasilense* sem uso de fertilizantes, principalmente nitrogenado. Uma vez que os estudos existentes são visando a redução do fertilizante nitrogenado (Peres et al., 2013; Basi et al., 2013). Porém como o presente estudo é em variedades de milho crioulo e sem uso de fertilizantes justifica, testar as dosagens.

Quando analisado os dois fatores em estudo (variedades X dosagens), para o fator rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup> na **tabela 01**, denota-se que para dosagem zero não houve diferença estatística, o que nos diz que tanto faz usar uma variedade quando outra. Já nas demais dosagens a variedade "Cateto" sobressaiu-se a variedade "8 Carreiras", assim variedade cateto se mostrou mais eficiente quando submetida as diferentes dosagens do produto.

Isto comprova a importância de empregar estudos interativos, que vão além de encontrar a melhor variedade para o ambiente, condizendo com estudos de Souza et al. (2004), mas de encontrar uma relação positiva entre a variedade mais responsiva a determinada tecnologia, que neste caso é o *Azospirillum brasilense*.

**Tabela 2** – Valores médios de inserção de espigas para as duas variedades de milho, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Inserção da Espiga (m) <sup>1 2</sup>
8 Carreiras	1,82 a
Cateto	1,59 b

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Plantas avaliadas no estádio V12. CVexp. = 14,85.

O produto *Azospirillum brasilense* não demonstrou influência na variável inserção de espiga e altura de planta, em nenhuma das variedades isoladas, como demonstra a **tabela 2 e 3**. Este resultado também foi encontrado por (Müller et al., 2012).

Porém houve diferença entre as variedades, por possuírem diferenças genéticas como cita (Costa, 2010).

**Tabela 3** – Valores médios de altura de plantas para

duas variedades de milho, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Altura da Planta (m) <sup>1 2</sup>
8 Carreiras	2,86 a
Cateto	2,63 b

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Plantas avaliadas no estádio V12. CVexp. = 7,44.

Na **tabela 4** encontram-se valores médios de clorofila, onde não houve significância, nem para as variedades isoladas, e nem para as diferentes doses do produto condizendo com estudos de Müller et al. (2012) e Basi et al. (2013).

**Tabela 4** – Valores médios de clorofila para duas variedades de milho, no município de Lagoa Vermelha, RS, 2015.

Variedade	Índice de clorofila Falker <sup>1</sup>
8 Carreiras	51,53 n.s <sup>2</sup>
Cateto	53,01

<sup>1</sup> Plantas avaliadas no estádio V12. <sup>2</sup> Não ocorreu diferença significativa pelo teste F. CVexp. = 7,08.

## CONCLUSÕES

O uso da bactéria *Azospirillum brasilense* proporcionou aumento do rendimento de grãos nas duas variedades em estudo. Porém não alterou as variáveis altura de plantas, inserção de espiga e teor de clorofila.

A variedade cateto é mais responsiva no quesito rendimento de grãos, quando usado o produto *Azospirillum brasilense*.

As diferentes dosagens do produto *Azospirillum brasilense*, mostraram ter diferentes comportamentos nas duas variedades na variável rendimento de grãos por hectare. Para o oito carreira oito g kg<sup>-1</sup> de semente (3398 kg ha<sup>-1</sup>) e para cateto quatro g kg<sup>-1</sup> de semente (5162 kg ha<sup>-1</sup>).

## REFERÊNCIAS

- ASSISTAT. **Assistência Estatística**: versão 7.7 beta. Paraíba: Campina Grande, 2016.
- BASI, S. Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura de milho. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste
- CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 122, v. 1, p. 12-14, 2008.

- COSTA, E. F. N.; SOUZA, J. C.; LIMA, J. L.; CARDOSO, G. A. Interação genótipos x ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1433-1440, 2010.
- DWYER, L. M.; TOLLENAAR, M.; HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 71, n. 1, p. 505-509, 1991.
- FALKER. Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila – Clorofilog CFL 1030, **Manual de Instruções**, 32 p., 2007.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: O estudo do que está por trás do que se vê**. 5. ed. Passo Fundo: Editora UPF, 2011. 734 p.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 40 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 35 p.
- MÜLLER, T. M.; BAZZANEZI, A. N.; VIDAL, V.; TUROK, J. D. N.; RODRIGUES, J. D.; SANDINI, I. E. Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho. In: XXIX Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo, 2012. Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 2012.
- OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **ASM News**, Washington, v. 26, n. 7, p. 364-370, 1997.
- PERES, A. R.; RODRIGUES, R. A. F.; PORTUGAL, J. R.; ARF, FRANCO, A. A. Doses de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* via foliar e doses de nitrogênio em cobertura em milho safrinha. In: XII Seminário Nacional de Milho Safrinha. 2013. Dourados. **Anais... Dourados: Embrapa UF/GD**, 2013. p. 1-6.
- ROLAS – Rede Oficial de Análise de Solo e Tecido Vegetal. **Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.
- SOUZA, A. R. R.; MIRANDA, G. V.; PEREIRA, M. G.; SOUZA, L. V.; FERREIRA, P. L. Agronomic performance of white maize landrace in different environmental conditions. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 6, p. 497-503, 2008.
- SOUZA, E. M. DE.; CARVALHO, H. W. L. DE.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, M. X. DOS.; SANTOS, D. M. DOS.; CAVALCANTE, M. H. B. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes ambientes dos estados de Sergipe e Alagoas. **Archivos de Agrotrópica**, Itabuna, p. 23-30. 2004.
- STRECK, E. V.; KAMPF, N.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222 p.
- SAWAZAKI, E.; FURLANI, P. R. Genética da tolerância ao alumínio em milho cateto. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 2, p. 269-278, 1987.
- WANI, S. P.; CHANDRAPALAIH, S.; DART, P. J. Responses to pearl millet cultivars to inoculation with nitrogen-fixing bacteria. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 21, n. 2, p. 175-182, 1985.



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**

“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”

---



## Avaliação de plântulas de milho em solução nutritiva sob a ação de bioestimulantes à base de microrganismos

**Sylvia Moraes de Sousa<sup>(1)</sup>; Christiane Abreu de Oliveira<sup>(2)</sup>; Eliane Aparecida Gomes<sup>(2)</sup>; Ubiraci Gomes de Paula Lana<sup>(3)</sup>; Natalia Gonçalves Santos<sup>(4)</sup>; Lucimara Batista Oliveira<sup>(4)</sup>; Fernanda de Cássia Batista<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup>Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais; sylvia.sousa@embrapa.br. <sup>(2)</sup>Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(3)</sup>Analista; Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(4)</sup>Estudante; Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas; <sup>(5)</sup>Estudante, Centro Universitário de Sete Lagoas.

**RESUMO:** Os bioestimulantes compostos por microrganismos tem grande potencial, uma vez que promovem o crescimento das plantas com menor impacto ambiental. Eles podem ser aplicados nas plantas ou na rizosfera, a fim de melhorar a eficiência de uso de nutrientes, a tolerância a estresses abióticos e a produtividade. O objetivo desse trabalho foi avaliar em plântulas de milho o efeito de três cepas de microrganismos promotores de crescimento na morfologia radicular. As plântulas de milho foram crescidas em solução nutritiva Hoagland meia força (pH 5,65) pelo sistema de *floating* sob um período de aclimatação de sete dias. Após o período de aclimatação em solução as raízes foram incubadas com os microrganismos (Endofítica B2, Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 e controle sem inoculação) por 6 h e depois recolocadas em solução nutritiva por sete dias. As raízes foram fotografadas e as características radiculares foram quantificadas com RootReader2D e WhinRhizo. O tratamento com a cepa Endofítica B2 levou à redução do comprimento, área radicular total e área de superfície de raízes superfina. Os tratamentos com as cepas Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 reduziram significativamente a área de superfície de raízes grossas e o peso seco da raiz. O tratamento com *Azospirillum* também promoveu um aumento significativo de raízes finas e do peso seco da parte aérea, enquanto o tratamento com *Bacillus* apresentou apenas uma tendência de aumento destes mesmos parâmetros. Os resultados indicam que o inóculo de *Azospirillum* E1 altera a morfologia radicular e tem potencial de uso como promotor de crescimento em milho.

**Termos de indexação:** Promotores de crescimento, solução nutritiva, raiz.

### INTRODUÇÃO

Uma das características mais importantes para a produção agrícola é a conversão de recursos do solo em maior produtividade de forma eficiente. Embora fundamentais à produtividade, os fertilizantes químicos apresentam custo elevado, sendo a maioria importados e de baixa eficiência de utilização pelas plantas. A substituição de pelo menos parte destes insumos químicos consumidos na produção agrícola por nutrientes supridos via fontes biológicas torna-se altamente desejável dentro dos preceitos de uma agricultura sustentável nas dimensões econômicas, sociais e ecológicas que minimizem a dependência dos insumos importados. Neste cenário, microrganismos promotores do crescimento de plantas são indispensáveis para o planejamento de sistemas de manejo que visem à otimização da produtividade agrícola.

Os bioestimulantes utilizados atualmente são compostos por diversas substâncias e/ou microrganismos que podem ser aplicados nas plantas ou na rizosfera para estimular os processos naturais de crescimento e desenvolvimento ou aumentar a aquisição de nutrientes, tolerância a estresses abióticos ou a produtividade das plantas (Calvo et al., 2014). Os bioestimulantes microbianos normalmente são compostos por uma ou duas linhagens crescidas separadamente e isoladas do meio de cultura, concentradas e formuladas com algum carreador (Calvo et al., 2014). Alguns inóculos microbianos podem atuar como promotores de crescimento, alterando a arquitetura radicular e promovendo o desenvolvimento da planta através da produção ou degradação dos principais hormônios vegetais, auxinas (IAA), citoquininas, giberelinas (GA) e etileno (Idris et al., 2007; Bhattacharyya & Jha 2012; Dodd et al., 2010).

Várias espécies de *Azospirillum* produzem diferentes giberelinas e auxinas que são responsáveis pelo aumento do crescimento vegetal após a inoculação (Piccoli et al., 1997). Além disso,

diversos gêneros de bactérias, incluindo *Acetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum seropedicae* (Bastián et al., 1998) e *Bacillus* spp. (Gutierrez-Mañero et al., 2001) produzem substâncias do tipo giberelina (GA). O exato mecanismo de como ocorre à promoção do crescimento por GA permanece desconhecido. Outros microrganismos promovem a produção de IAA que altera o desenvolvimento e a morfologia radicular (Aloni et al., 2006). O objetivo desse trabalho foi avaliar em plântulas de milho o efeito de três cepas de microrganismos promotores de crescimento na morfologia radicular.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Câmara de Crescimento da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas – Minas Gerais. Foi utilizado o genótipo de milho L521236/CMSM036 do programa de melhoramento de milho da Embrapa Milho e Sorgo. Foram utilizadas três cepas, Endofítica B2, Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 e um controle não inoculado.

Os microrganismos foram crescidos em caldo nutritivo, por três dias, a 28 °C, sob agitação. Após o período de incubação, as culturas foram centrifugadas por 10 minutos, a 6000 RPM. As suspensões bacterianas foram ajustadas à absorvância igual ou superior a 1, em comprimento de onda de 550 nm, com a finalidade de obter-se aproximadamente  $10^9$  células mL<sup>-1</sup>.

As sementes de milho foram desinfetadas com hipoclorito de sódio 0,5% por cinco minutos, lavadas e embebidas durante quatro horas em água deionizada e germinadas em papel de germinação em câmara de crescimento. Após a germinação das sementes por quatro dias, plântulas uniformes foram transplantadas para um sistema composto por bandejas com oito litros de solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65 (Liu et al., 1998) e mantidas em aclimação por sete dias. Após a aclimação as plântulas foram deixadas por 6h a temperatura ambiente ( $25 \pm 1$  °C) na suspensão bacteriana. As plântulas com os inóculos foram agitadas manualmente em intervalos frequentes para facilitar o contato da bactéria com as raízes. Após o período de incubação, o excesso de inóculo foi retirado e as plântulas foram colocadas em solução nutritiva Hoagland meia força pH 5,65. As plantas controles foram incubadas em solução salina. A solução nutritiva foi trocada a cada três dias e as plantas foram mantidas em câmara de crescimento sob condições controladas por sete dias.

O sistema radicular foi separado da parte aérea

e foi fotografado com uma câmera digital (Nikon D300S SLR). As imagens obtidas foram analisadas com o auxílio dos softwares RootReader2D e WinRhizo v. 4.0 (Régent Systems, Quebec, Canadá), sendo quantificadas as características de morfologia radicular e o peso seco total (de Sousa et al., 2012).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições com cinco plantas cada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa computacional SISVAR versão 5.4 (Ferreira, 2011) e as médias, comparadas pelo teste LSD ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que houve diferença significativa para as características área de superfície finas (diâmetro entre 1,0 e 2,0 mm) e grossas (diâmetro maior do que 2,0 mm) e peso seco da raiz e da parte aérea (**Tabela 1**). O coeficiente de variação foi de baixo a médio para todas as características analisadas no experimento com os microrganismos (**Tabela 1**), indicando confiabilidade dos dados.

O tratamento com a cepa Endofítica B2 levou à redução do comprimento, área radicular total e área de superfície de raízes superfinais (diâmetro entre 0 e 1 mm) (**Figura 1**). Os tratamentos com as cepas Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 reduziram significativamente a área de superfície de raízes grossas (diâmetro maior do que 2 mm) e o peso seco da raiz (**Figura 1**). O tratamento com *Azospirillum* levou a um aumento significativo de raízes finas (diâmetro entre 1 e 2 mm) e do peso seco da parte aérea, enquanto que o tratamento com Rizosférica *Bacillus* B1 apresentou uma tendência de aumento (**Figura 1**). O aumento de raízes finas e redução de raízes grossas tende a aumentar a aquisição de nutrientes, especialmente o fósforo (de Sousa et al., 2012). O aumento da aquisição de macro e micronutrientes por plantas inoculadas com microrganismos promotores de crescimento, através do aumento da superfície radicular já foi relatado em diversos trabalhos (Calvo et al., 2014), mas o seu mecanismo ainda não foi completamente elucidado. Um trabalho feito com inóculo de *Azospirillum* em arroz em solução nutritiva mostrou que a superfície radicular total não foi afetada, mas que houve aumento da parte aérea (Murty & Ladha, 1988), de forma semelhante ao que foi observado em nosso trabalho.

Os resultados indicam que o inóculo de *Azospirillum* altera a morfologia radicular e tem potencial de uso como promotor de crescimento em milho. Um estudo mais detalhado será necessário

para elucidar o mecanismo associado ao aumento do desenvolvimento da planta inoculada.

## CONCLUSÕES

O inóculo microbiano com *Azospirillum* E1 induziu o aumento da superfície de raízes entre 1-2 mm, a redução de raízes maior do que 2 mm e o aumento do peso seco da parte aérea de plântulas de milho crescidas em solução nutritiva, tendo potencial como bioestimulante.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Gislene Rodrigues Braga Cristeli pela ajuda na condução dos experimentos e à Embrapa, CNPq e Fapemig pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ALONI, R., ALONI, E., LANGHANS, M., ULRICH, C. Role of cytokinin and auxin in shaping root architecture: regulating vascular differentiation, lateral root initiation, root apical dominance and root gravitropism. **Ann. Bot.**, v. 97, p. 883-893, 2006.

BASTIÁN, F., COHEN, A., PICCOLI, P. *et al.* Production of indole-3-acetic acid and gibberellins A1 and A3 by *Acetobacter diazotrophicus* and *Herbaspirillum seropedicae* in chemically-defined culture media. **Plant Growth Regul.**, v. 24, p. 7-11, 1998.

BHATTACHARYYA, P.N., JHA, D.K. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. **World J Microbiol. Biotechnol.**, v. 28, p. 1327-1350, 2012.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, The Hague, v. 383, n. 1/2, p. 3-41, 2014.

DE SOUSA, S. M. de; CLARK, R. T.; MENDES, F. F.; OLIVEIRA, A. C. de; VASCONCELOS, M. J. V. de; PARENTONI, S. N.; KOCHIAN, L. V.; GUIMARAES, C. T.; MAGALHAES, J. V. A role for root morphology and related candidate genes in P acquisition efficiency in maize. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, n. 11, p. 925-935, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GUTIERREZ-MAÑERO, F.J., RAMOS-SOLANO, B., PROBANZA, A.N., MEHOUACHI, J., TADEO, F.R., TALON, M. The plant-growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilis* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. **Physiol. Plant**, v. 111, p. 206-211, 2001.

IDRISS, E.E., MAKAREWICZ, O., FAROUK, A. *et al.* Extracellular phytase activity of *Bacillus amyloliquefaciens* FZB45 contributes to its plant-growth-promoting effect. **Microbiology**, v. 148, p. 2097-2109, 2002.

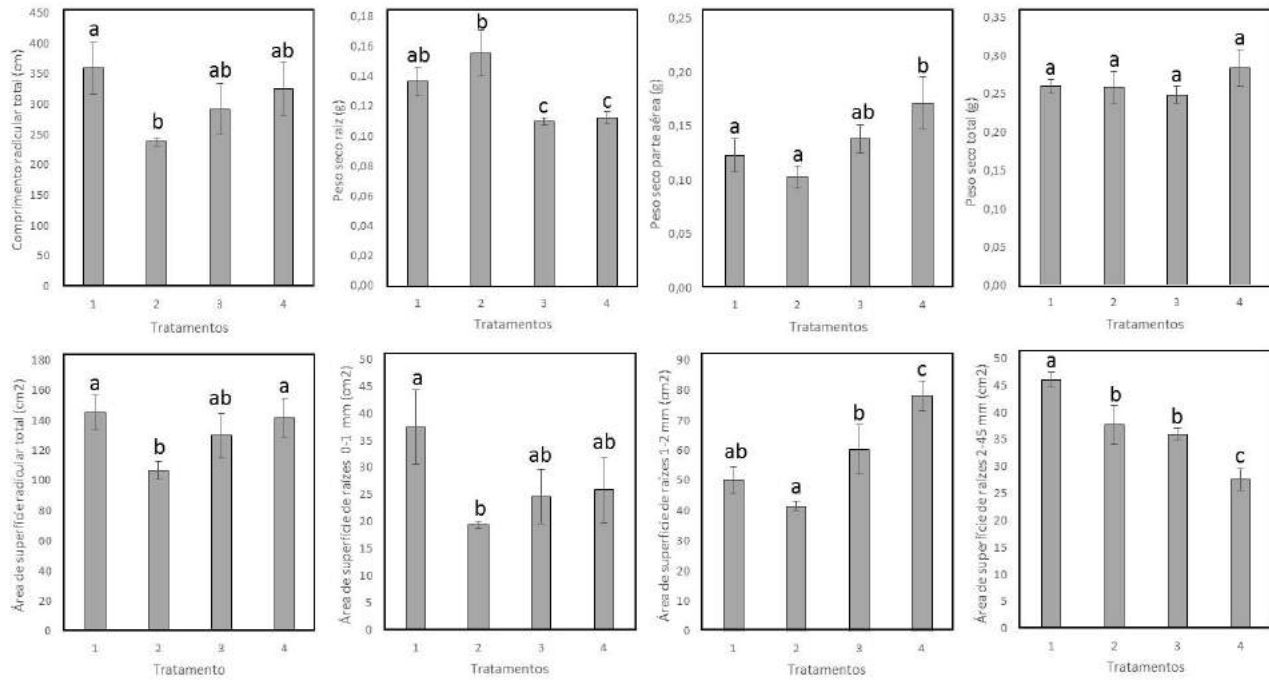
LIU, C.; MUCHHAL, U. S.; UTHAPPA, M.; KONONOWICZ, A. K.; RAGHOTHAMA, K. G. Tomato phosphate transporter genes are differentially regulated in plant tissue by phosphorus. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 116, n. 1, p. 91-99, 1998.

MURTY M.G., LADHA, J.K. Influence of *Azospirillum* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. **Plant and Soil**, v. 109, p. 281-285, 1988

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para características radiculares e peso seco de plântulas de milho avaliadas sob efeito dos inóculos microbianos Endofítica B2, Rizosférica *Bacillus* B1 e *Azospirillum* E1 após 7 dias de tratamento. Comprimento radicular total (CTR) (cm), área de superfície radicular total (AST) (cm<sup>2</sup>), área de superfície de raízes com diâmetro entre 0 e 1,0 mm (AS1) (cm<sup>2</sup>), área de superfície de raízes com diâmetro entre 1,0 e 2,0 mm (AS2) (cm<sup>2</sup>), área de superfície de raízes com diâmetro entre (AS3) (cm<sup>2</sup>), peso seco da raiz (PSR) (g), peso seco da parte aérea (PSPA) (g) e peso seco total (PST) (g).

FV	GL	Quadrado Médio							
		CRT	AST	AS1	AS2	AS3	PSR	PSPA	PST
Tratamento (T)	3	7957,48	900,67	173,14	740,70*	172,04*	0,001*	0,003*	0,001
erro	8	2699,77	276,19	54,89	56,09	9,89	0,000	0,001	0,001
Total corrigido	11								
CV %		17,08	12,68	27,58	13,00	8,54	10,95	17,37	9,81
Média Geral		304,17	131,05	26,87	57,63	36,85	0,13	0,14	0,26

\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.



**Figura 1.** Características radiculares e peso seco total de plântulas de milho após sete dias de tratamento. 1- Controle negativo, 2- Endofítica B2, 3- Rizosférica *Bacillus* B1 e 4- *Azospirillum* E1. As barras com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste LSD ( $p < 0,05$ ).



## Biossólido e torta de filtro na composição de fertilizantes organominerais na massa de raiz e parte aérea do milho

Melissa Cristina de Carvalho Miranda<sup>(1)</sup>; Mara Lúcia Martins Magela<sup>(2)</sup>; Reginaldo Camargo<sup>(3)</sup>; Regina Maria Quintão Lana<sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Graduanda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; melissamiranda94@gmail.com; <sup>(2)</sup> Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; <sup>(3)</sup> Professor; Universidade Federal de Uberlândia; <sup>(4)</sup> Professora; Universidade Federal de Uberlândia.

**RESUMO:** A simples aplicação de fertilizantes não é suficiente para incrementar a fertilidade do solo, é necessário ter eficiência no uso dos mesmos. Surge como alternativa os fertilizantes organominerais, o produto originado da mistura física ou associação de fertilizantes minerais e orgânicos. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de formulações de fertilizantes organominerais na cultura do milho, com diferentes doses e fontes. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados, e esquema fatorial 2x5+2, correspondentes a 2 fontes de fertilizantes organominerais (biossólido e torta de filtro), 5 doses de fertilizante organomineral (60%, 80%, 100%, 120% e 140%), e um controle positivo com adubação mineral (100%) e outro controle negativo, ausência de adubação. As doses dos fertilizantes organominerais foram definidas tendo como referência o teor de  $P_2O_5$  do solo e seguindo a recomendação para Minas Gerais, de modo que a dose 100% refere-se a  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante para suprir a cultura em  $P_2O_5$ , e as demais doses são em relação a esta dose de 100%. Foram avaliados massa verde e seca da parte aérea e das raízes aos 65 dias. Conclui-se que a massa verde e seca da parte aérea e das raízes aos 65 dias foi similar com o uso de fertilizantes organominerais à base de biossólido ou torta de filtro. Quando aplicou-se 40% de fertilizantes organominerais a mais do que a recomendação (percentual 140%), o equivalente a dose  $168 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , houve maior massa de raízes.

**Termos de indexação:** fertilidade, resíduos orgânicos, condicionador de solo.

### INTRODUÇÃO

Mesmo que a cultura do milho apresente alto potencial produtivo, na prática no Brasil observa-se produção baixa e irregular, resultado do uso inadequado dos fertilizantes disponíveis. A fertilidade do solo, a nutrição e a adubação são fatores primordiais para a construção de um eficiente sistema de produção. Assim, não basta apenas fornecer nutriente para o solo, mas garantir que a disponibilidade de nutrientes esteja sincronizada com o requerimento da cultura em quantidade, forma e tempo (COELHO, 2006).

Quando se comparam os fertilizantes organominerais às fontes solúveis minerais, evidencia-se que o primeiro possui um potencial químico relativamente inferior, entretanto, sua solubilização ocorre gradativamente no decorrer do desenvolvimento da cultura, podendo obter uma eficiência agrônômica superior (KIEHL, 2008). A matéria orgânica contida no fertilizante organomineral é um melhorador ou condicionador do solo, pois influi nas suas propriedades, de modo a aumentar a retenção de cátions, melhorar a atividade microbiana e as propriedades físicas do solo que influenciam na disponibilidade de ar e água às raízes das plantas (PELÁ, 2002).

Estes fertilizantes utilizam vários resíduos orgânicos da agroindústria, como dejetos de animais e restos agrícolas, porém ainda há estudos incipientes a respeito da utilização como matéria-prima, de escórias urbanas como lodo de esgoto. O lodo de esgoto, por sua vez, é gerado como subproduto nos processos de tratamento de esgoto, e caracteriza-se por ser um lodo rico em matéria orgânica e nutrientes (BETTIOL & CAMARGO,

2006). O lodo de esgoto pode ser chamado de biossólido, após a passagem pelos processos de higienização, estabilização e secagem, e só depois realizados esses procedimentos é permitido seu uso na agricultura (MELO et al., 2000).

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de fertilizantes organominerais na cultura do milho, com distintas doses e fontes. Espera-se avaliar se o emprego de biossólido na formulação do fertilizante organomineral para a cultura do milho apresenta vantagens (ou se equivale) aos efeitos promovidos pelos fertilizantes minerais e dos organominerais (torta de filtro).

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia-MG, no período entre 21/01 a 27/03 de 2015, localizada a 18°91'86" de latitude Sul e 48°27'72" de longitude Oeste de Greenwich, a uma altitude média de 800 m.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 5 + 2$ , correspondentes a 2 fontes de fertilizantes organominerais constituídos de resíduos orgânicos diferentes (biossólido e torta de filtro), 5 doses de fertilizante organomineral (60%, 80%, 100%, 120% e 140%), e um controle positivo com adubação mineral (100%) e outro controle negativo, ausência de adubação. As doses dos fertilizantes organominerais foram definidas tendo como referência o teor de  $P_2O_5$  do solo e seguindo a "Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais" (CFSEMG, 1999), de modo que a dose 100% refere-se a  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de fertilizante para suprir a necessidade da cultura em  $P_2O_5$ , e as demais doses seguem o mesmo padrão.

A formulação dos fertilizantes organominerais é 5-17-10 (0,1% Boro + 3% Silício + 8% COT), e fabricados pela empresa Geociclo. No controle com apenas fertilizantes minerais, foi utilizado como fonte de nitrogênio, potássio e fósforo, os fertilizantes ureia, cloreto de potássio e superfosfato simples, respectivamente. Foram realizadas quatro repetições.

Cada parcela do tratamento correspondem a dois vasos com capacidade de 5 litros de solo, medindo 20 cm de altura, 20 cm de diâmetro superior e 17 cm de diâmetro inferior. Aos 65 dias as plantas foram retiradas do solo, sendo cada uma dessas separadas nas seguintes partes: aérea e raízes. Logo em seguida foi aferida a massa úmida, da parte aérea e das raízes, após isso o material foi seco em estufa a  $65^\circ\text{C}$  e novamente foi calculada

sua massa.

Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade de resíduos (teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade das variâncias (teste de Levene) e aditividade de bloco (Teste de Tukey para aditividade), utilizando o programa SPSS versão 17.0. Todos os dados atenderam aos pressupostos, a 0,01 de significância.

Posteriormente, as características avaliadas foram submetidas ao teste de F da análise de variância. O estudo das fontes de fertilizantes organominerais foi realizado pelo Teste de Tukey para a comparação entre as médias dos tratamentos. O estudo das doses de fertilizantes organominerais foi realizado por regressão para obtenção de modelo estatístico. E para os tratamentos adicionais, o controle positivo e o negativo, aplicou-se o Teste de Dunnett. As análises foram realizadas ao nível de 0,05 de significância, com o programa estatístico ASSISTAT.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que não houve interação significativa entre as fontes de fertilizantes organominerais com as doses utilizadas, portanto foram feitos estudos isolados para doses e fontes, bem como, a comparação com a adubação mineral e ausência da adubação.

Apenas para a variável massa verde de parte aérea observou-se diferença estatística a 5% de probabilidade para as fontes de fertilizantes organominerais.

Quanto à avaliação de massa verde de parte aérea observa-se na **tabela 1**, que o único tratamento que apresentou diferença estatística daquele sem fertilizante, foi com o uso de biossólido e na dose de 80%. Porém, os demais tratamentos não apresentaram diferenças dos controles. É possível verificar que independente das doses utilizadas, o fertilizante utilizando organomineral com base no biossólido proporcionou maior massa verde de parte aérea para o milho.

Na massa seca de parte aérea de plantas (**Tabela 2**), não houve diferença entre a utilização de fertilizantes organominerais com a utilização de adubo mineral ou a ausência de fertilizante. Tal fato pode justificar-se pela contribuição proporcional da adubação orgânica como da mineral para massa seca, já que Saraiva et al., (2010) observaram que as produções de matéria seca em plantas de milho foram afetadas significativamente tanto pela adição de matéria orgânica crescente e como pela adubação química (N). Teixeira et al., (2011) em trabalhos conduzidos em cana-de-açúcar

Fertilizante Organomineral		
Percentual (%)	Biossólido	Torta de filtro
60	12.9159	12.7322
80	14.4309	14.3622
100	13.3522	14.2522
120	14.6672	13.0484
140	14.7922	15.5034
<b>Média</b>	14.03165 a	13.97965 a
Mineral		12.24465 °
Sem adubo		11.52215 *

encontraram resultados semelhantes, em que houve ausência de efeito significativo sobre a produção de matéria seca de parte aérea das plantas em função das fontes de fertilizante empregadas, em razão provavelmente do curto período de condução do experimento, que pode ter sido insuficiente para a cultura expressar todo o seu potencial de extração e acúmulo de nutrientes.

De acordo com Kornodörfer (2011) o fato de não observar-se diferença entre os fertilizantes pode ser atribuído ao fato de que os fertilizantes orgânicos e organominerais apresentam os

Fertilizante Organomineral		
Percentual (%)	Biossólido	Torta de filtro
60	125.7280	110.9234
80	154.4097 *	132.7159
100	138.2372	130.0634
120	144.7621	130.8284
140	141.3596	140.1221
<b>Média</b>	140.89930 a	128.93060 b
Mineral		126.9934 °
Sem adubo		110.91715 *

nutrientes associados a compostos orgânicos, o que lhes conferem solubilidade gradual, ou seja, o teor total não é solúvel plenamente em água, fazendo com que os nutrientes sejam liberados gradualmente ao longo do tempo, e no início com menor disponibilidade.

**Tabela 1** – Massa verde de parte aérea de plantas aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido e torta de filtro em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

CV% = 13.39; DMS Dunnet= 36.3339 ; DMS Fonte = 11.3998 ; **W= 0.959; F lev= 1.088; F adit= 2.481**

\* e °: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. <sup>2</sup>W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

**Tabela 2** – Massa seca de parte aérea de plantas aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido e torta de filtro em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

CV%= 18.30; DMS= 5.1265; **W=0.977; F lev= 1.775; F adit= 0.045**

\* e °: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. <sup>2</sup>W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância

Observa-se que houve diferença e resultados superiores para a massa verde de raiz (**Tabela 3**) do fertilizante organomineral com biossólido na dose 100% e 140% e torta de filtro na dose de 140% em comparação com ausência de adubação e fertilizante mineral. No parâmetro massa seca de raiz (**Tabela 4**), com biossólido a dose de 140% obteve-se também resultados favoráveis.

Com maiores doses de fertilizante organomineral há maior disponibilidade de nutrientes para a planta de milho, principalmente do fósforo, e o crescimento das raízes é influenciado pela disponibilidade de fósforo no solo, em especial no desenvolvimento de raízes laterais e fibrosas. Além do que, a matéria orgânica presente no fertilizante organomineral é rica em substâncias húmicas, e que possui a propriedade de aumentar a disponibilidade de cargas negativas na região de liberação de fosfato de fertilizantes organominerais, podendo tornar esse nutriente mais disponível para as raízes das plantas (Kiehl, 2008).

**Tabela 3** – Massa verde de raiz de plantas aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido e torta de filtro em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

Fertilizante Organomineral		
Percentual (%)	Biossólido	Torta de filtro
60	36.9167	35.1292
80	41.5567	38.3105
100	47.033 * °	38.0417
120	41.1980	44.9917 °
140	52.3692 * °	46.683 * °
<b>Média</b>	43.8147 a	40.6312 a
Mineral		27.9567 °
Sem fertilizante		31.23795 *
CV%= 17.31 ; DMS= 14.2532; <b>W= 0.965; F lev= 1.231;</b> <b>F adit= 0.435</b>		

\* e °: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. <sup>2</sup>W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.



**Tabela 4** – Massa seca de raiz de plantas aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral composto por biossólido e torta de filtro em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

Percentual (%)	Fertilizante Organomineral	
	Biossólido	Torta de filtro
60	4.9705	5.5167
80	6.8342	5.4567
100	7.2392	5.6305
120	5.7842	7.4267
140	16.7767 * °	8.3067
<b>Média</b>	8.32095 a	6.46745 a
Mineral	3.19045 °	
em fertilizante	4.6817 *	
CV% = 66.59 ; DMS= 9.3151 ; W= 0.778; F lev= 4.898 ; F adit= 3.764		

\* e °: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. <sup>2</sup>W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

## CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos conclui-se que a massa verde e seca de parte aérea e raiz foram similares com o uso de fertilizantes organominerais à base de biossólido ou torta de filtro.

Quando aplica-se 40% de fertilizantes organominerais a mais do que a recomendação (percentual 140%), o equivalente a dose 168 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, há maior massa de raízes. Assim, para resultados favoráveis é necessário aplicar fertilizantes organominerais em um percentual igual ou acima do recomendado (120 kg ha<sup>-1</sup>).

## REFERÊNCIAS

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. de; GALVÃO, J.A.H.; GHINI, R. Impacto Ambiental do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto: Descrição do Estudo. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. **Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. cap. 1, p. 17-23.

COELHO, A. M. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha. Sete Lagoas**: Embrapa Milho e

Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular técnica, 78).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** (RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. Eds.). Viçosa: Editora UFV, 1999. 359p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Organominerais**. Piracicaba: E. J. Kiehl. 160p. 2008.

KORNDÖRFER, G. H.; MELO, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.92-97, 2009.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Ed.). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.109-141.

PELÁ, A. Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP. 2002. 53 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

SARAIVA, K. R. et al., Efeitos de um composto orgânico biotecnológico sobre a produção de biomassa e a altura das plantas de milho. **Rev. Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 79–84, 2010.

## Biossolubilização de rochas silicáticas e produção de ácidos orgânicos *in vitro* por fungos filamentosos isolados de solos ferruginosos de Minas Gerais

Talita Coeli D'Angelis de Aparecida Ramos <sup>(1)</sup>; Francisco Adriano de Souza <sup>(2)</sup>; Christiane de Abreu Oliveira Paiva <sup>(2)</sup>; Maria Lúcia Ferreira Simeane <sup>(2)</sup>; Jacqueline Aparecida Takahashi <sup>(3)</sup>; Ivanildo Evódio Marriel <sup>(2,4)</sup>

<sup>(1)</sup> Mestre em Ciências Agrárias; Universidade Federal de São João del Rei, Sete Lagoas, Minas Gerais. <sup>(2)</sup> Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo. <sup>(3)</sup> Professora, Doutora, Universidade Federal de Minas Gerais. <sup>(4)</sup> Autor correspondente (marriel@embrapa.br)

**RESUMO:** A comunidade autóctone de fungos filamentosos de ambientes inóspitos como solos próximos de áreas de mineração desenvolve mecanismos adaptativos que envolvem a produção de diversos metabólitos de interesse biotecnológico. Objetivou-se avaliar a produção de ácidos orgânicos como mecanismo de biossolubilização de rochas silicáticas *in vitro* por fungos filamentosos isolados de áreas impactadas por mineração e entorno. Foram avaliados nove isolados de fungos pertencentes à Coleção de Micro-organismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo. Cinco discos de micélio de cada isolado foram transferidos para em meio MISK suplementado com pó de glauconito e flogopito como única fonte de potássio (K), e incubados durante 14 dias sob agitação de 100 rpm à 28° C. Após, as culturas foram centrifugadas e filtradas para a quantificação dos ácidos orgânicos (cítrico, oxálico e láctico) dos teores de Potássio. A produção de ácidos orgânicos variou em função da rocha e do isolado de fungo. Independentemente da rocha, os valores médios variaram de 13 3,86 mg L<sup>-1</sup> a 1400,0 3,86 mg L<sup>-1</sup> para ácido cítrico, 68 3,86 mg L<sup>-1</sup> a 329049,0 3,86 mg L<sup>-1</sup> para ácido láctico e 0,54 3,86 mg L<sup>-1</sup> a 9,5 3,86 mg L<sup>-1</sup> para ácido oxálico, sendo os valores mais elevados observados para o isolado CMSV798 (*Penicillium sp.*). Houve correlação positiva e significativa entre produção de ácido orgânico e liberação de K, com maior coeficiente para ácido cítrico. Os resultados evidenciam o envolvimento destes ácidos, em particular do ácido cítrico, como mecanismos envolvidos na biodisponibilidade de nutrientes a partir de rochas silicáticas.

**Termos de indexação:** Rochas potássicas, mecanismos, biodisponibilização de nutrientes.

### INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a oferta de nutrientes para garantir a crescente demanda por

alimentos torna o Brasil cada vez mais dependente de fertilizantes importados, principalmente os potássicos. Este fato implica em ações que favoreçam bem como a conservação dos recursos minerais locais, a sustentabilidade da agricultura brasileira, bem como a mitigação de impactos potenciais negativos de fertilizantes sintéticos sobre o ambiente (Chaves, 2010; Martins et al., 2008). Vários estudos demonstram a contribuição de micro-organismos selecionados eficientes em solubilizar rochas silicáticas e potássicas de baixa solubilidade, enfatizando a importância dos processos biológicos na geração de fertilizantes alternativos e diferenciados (Meena, 2014; Marriel et al., 2006).

A comunidade autóctone de fungos filamentosos de ambientes inóspitos como solos próximos de áreas de mineração desenvolve mecanismos adaptativos que envolvem a produção de diversos metabólitos de interesse biotecnológico. O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de determinados ácidos orgânicos como mecanismo de biossolubilização de rochas silicáticas *in vitro* por fungos filamentosos isolados de áreas impactadas por mineração e de seu entorno.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em laboratórios da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais. Para avaliar a produção de ácidos orgânicos e a capacidade de biossolubilização de Potássio (K), foram utilizados nove isolados de fungos filamentosos oriundos de solos da região do Quadrilátero Ferrífero, MG, pré-selecionados para biossolubilização. Estes isolados que estavam preservados a -86° C na coleção de Micro-organismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo (CMMF-CNPMS) foram reativados e testados quanto à pureza em meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA), durante sete dias e

identificados via sequenciamento da região ITS do rDna (**Tabela 1**).

Cinco discos de micélio de 8 mm de diâmetro de cada isolado foram transferidos para frascos erlenmeyers de 125 mL contendo 50 mL de meio de cultura líquido MISK (solução de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , 10%, 5 mL;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1%, 2 mL;  $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1%, 2 mL;  $\text{FeCl}_3$  1%, 1 mL;  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0,1%; pH 7,0) suplementado com 0,5 % de pó de Glauconito (Verdete de Abaeté) e Flogopito, como única fonte de potássio. As culturas foram incubadas durante 14 dias sob agitação de 100 rpm, à temperatura de 28° C. Logo após, foram centrifugadas e filtradas. Uma alíquota do sobrenadante de cada cultura foi utilizada para a quantificação dos ácidos orgânicos (ácido cítrico, oxálico e láctico) via HPLC (High Performance Liquid Chromatographic) e dos teores de K por meio de espectrofotometria de Emissão Atômica por Plasma (ICP).

#### Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 10x2 com três repetições. O controle consistiu do meio de cultura sem o inóculo, somente com o pó de rocha. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o programa SISVAR 5.3®. O teste de correlação de Pearson foi realizado no programa minitab 14.0.7

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados para teores de Potássio liberado no meio de cultura contendo as rochas silicáticas testadas estão apresentados na **Tabela 2**. Independentemente do tipo de rocha, observou-se diferença significativa para o teor de K disponível em função dos isolados de fungos.

Em relação à rocha flogopito, os teores de K solubilizado variaram de 0,07 a 3,86 3,86 mg L<sup>-1</sup>, sendo os valores mais elevados detectados na presença dos isolados CMSV 296 - *Penicillium sp* (2,22 3,86 mg L<sup>-1</sup>), CMSV 200 - *T. harzianum* (2,85 3,86 mg L<sup>-1</sup>), CMSV 798 - *Penicillium sp*. (3,86 3,86 mg L<sup>-1</sup>) após 14 dias de incubação. Neste caso, o isolado CMSV 798 mostrou maior eficiência de solubilização, com incremento de até 338%, em relação ao tratamento controle, sem inoculação.

Por outro lado, o fungo que apresentou maior capacidade de solubilização de K a partir da rocha verdete foi o isolado CMSV 947, identificado como *P. simplicium*, com a liberação de até 6,72

3,86 mg L<sup>-1</sup> de K no meio, equivalente a 407% superior em relação ao controle.

Os teores de K disponibilizados no meio assemelham-se aos encontrados por Zhang & Kong (2014) em estudos realizados com estirpes bacterianas para solubilização da rocha feldspato. Os autores encontraram 0,59 a 4,4 mg L<sup>-1</sup> de K ao final de sete dias de incubação.

O coeficiente de correlação entre K e pH não foi significativo, embora a eficiência de solubilização tenha apresentado uma associação negativa com o aumento da acidez. ( $r = -0,10$ ). Entretanto, houve redução nos valores de pH ( $p < 0,05$ ) do meio, atingindo valores de 2,63 e 2,65 para as rochas verdete e flogopito respectivamente, na presença do isolado CMSV 798 (**Figura 1**).

Estes resultados estão de acordo com vários trabalhos que relatam decréscimos dos valores de pH durante o processo solubilização a partir da liberação de ácidos orgânicos e prótons H<sup>+</sup> pelos micro-organismos (Behera et al., 2014; Meena et al., 2014).

Os resultados da análise cromatográfica para determinação de ácidos orgânicos demonstrou o potencial de produção de ácido oxálico, cítrico e láctico exibido pelos isolados de fungos filamentosos analisados. Observou-se variabilidade genética entre os isolados na capacidade de produção de ácidos orgânicos pelos fungos na presença de flogopito e verdete ( $p < 0,05$ ) (**Tabela 3**).

Com relação às rochas, o ácido encontrado em maior concentração foi o láctico, com 271202,8 mg L<sup>-1</sup> na presença de flogopito e 368895,8 mg L<sup>-1</sup>, na presença de Verdete.

Entre os isolados avaliados, o isolado CMSV 798 identificado como *Penicillium sp*. destacou-se, sendo o mais eficiente na produção dos três ácidos orgânicos independentemente do tipo de rocha. Os resultados apresentados demonstram que este isolado promoveu um acréscimo de mais de 1000 vezes nos teores de ácido cítrico, sendo potencialmente útil na agroindústria.

Observou-se uma correlação significativa entre a produção de ácidos orgânicos e solubilização de K ( $r^* = 0,51, 0,48, 0,46$  para ácido cítrico, láctico e oxálico respectivamente). Este fato implica na capacidade de produção de ácidos orgânicos pelos fungos no processo de biossolubilização. Houve correlação negativa e significativa entre a produção de ácidos orgânicos e pH para ácido cítrico ( $r = -0,34^*$ ). Para os demais ácidos esta correlação não foi significativa, embora também tenha sido observada uma associação negativa. Vários autores apontam para ocorrência de acidificação do meio por meio da liberação de H<sup>+</sup> proveniente principalmente da produção de ácidos

orgânicos (Behera et al., 2014; Meena et al, 2014; Parmar & Sindhu, 2013).

Como resultado dessa análise, os fungos com alto potencial de produção de ácidos orgânicos, como o isolado CMSV 798 – *Penicillium sp.*, podem ser explorados de diversas formas. Além do processo de solubilização como estratégia para aumentar o valor fertilizante de rochas de baixa solubilidade os ácidos orgânicos avaliados possuem uma gama de utilizações biotecnológicas e o mercado consumidor é crescente, a busca de fontes alternativas e de baixo custo para a sua produção torna-se cada vez mais relevante.

### CONCLUSÕES

A variabilidade existente entre os fungos habitantes de ambientes ferruginosos permitiu a seleção de isolados com potencial biotecnológico de interesse agroindustrial.

Os ácidos orgânicos avaliados principalmente o ácido cítrico, participam dos mecanismos envolvidos na biodisponibilidade de nutrientes a partir de rochas silicáticas, além de uso potencial em outros setores biotecnológicos.

### AGRADECIMENTOS

À CAPES, FAPEMIG, CNPq, EMBRAPA e VALE S.A pelo apoio financeiro.

### REFERÊNCIAS

ARCHANA, D.S.; NANDISH, M.S.; SAVALAGI, V.P.; ALAGAWADI, A.R. Characterization of potassium solubilizing bacteria (KSB) from rhizosphere soil. *Bioinfolet*, v.10, p. 248-57, 2013.

BEHERA, B.C.; SINGDEVSACHAN, R.R.; DUTTA, S.K.; THATOI, H.N. Diversity, mechanism and biotechnology of phosphate solubilising microorganism in mangrove-A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 3, p. 97-110, 2014.

CHAVES, A.P. Rotas tecnológicas convencionais e alternativas para a obtenção de fertilizantes. In: FERNANDES, F.R.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. *Agrominerais para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

MARRIEL, I.E.; COELHO, A M.; GUIMARÃES, P.S.; SOARES, E.M.; NONATO, L.F.V.; OLIVEIRA, C.A.; ALVES, V.M.C. Seleção de isolados de fungos biossolubilizadores de rochas silicáticas in vitro. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2006. Dourados. Anais. Embrapa Agropecuaria Oeste. CDRom

MARTINS, E.S.; RESENDE, A.V.; OLIVEIRA, C.G.; NETO, A.E.F. Materiais silicáticos como fontes regionais de nutrientes e condicionadores de solos. In: FERNANDES, F.R.; LUZ, A.B.; CASTILHOS, Z.C. *Agrominerais para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

MEENA, V.S.; MAURYA, B.R.; VERMA, P. Does a rhizospheric microorganism enhance K<sup>+</sup> availability in agricultural soils? *Microbiological Research*, v. 169 p. 337-347, 2014.

ZHANG, A. ZHAO, G. GAO, T. WANG, W. LI, J. ZHANG, S. Solubilization of insoluble potassium and phosphate by *Paenibacillus kribensis* CX-7: a soil microorganism with biological control potential. *Afr J Microbiol Res*, v. 7(1), p. 41-47, 2013.

PARMAR, P.; SINDHU, S.S. Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: influence of nutritional and environmental conditions. *J Microbiol Res*, v. 3, p. 25-31. 2013.

ZHANG, F. KONG. Isolation and identification of potassium-solubilizing bacteria from tobacco rhizospheric soil and their effect on tobacco plants. *Applied. Soil Ecology*, v. 82, p.18-25, 2014.

**Tabela 1.** Isolados de fungos filamentosos utilizados para avaliação da capacidade de biossolubilização de Potássio e produção de ácidos orgânicos.

Identificação do isolado (CMMF-CNPMS)	Identificação no GenBank <sup>1</sup>	Ecosistema <sup>2</sup>
CMSV 844	<i>Trichoderma harzianum</i>	Mata
CMSV 502	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	Canga
CMSV 870	<i>Trichoderma harzianum</i>	Eucalipto
CMSV 200	<i>Aspergillus fumigatus</i>	Canga
CMSV 296	<i>Penicillium sp.</i>	Eucalipto
CMSV 798	<i>Penicillium sp.</i>	Cerrado
CMSV 947	<i>Penicillium simplicium</i>	Canga
CMSV 250	<i>Penicillium sp.</i>	Cerrado
CMSV 733	<i>Mucor fragilis</i>	Capim

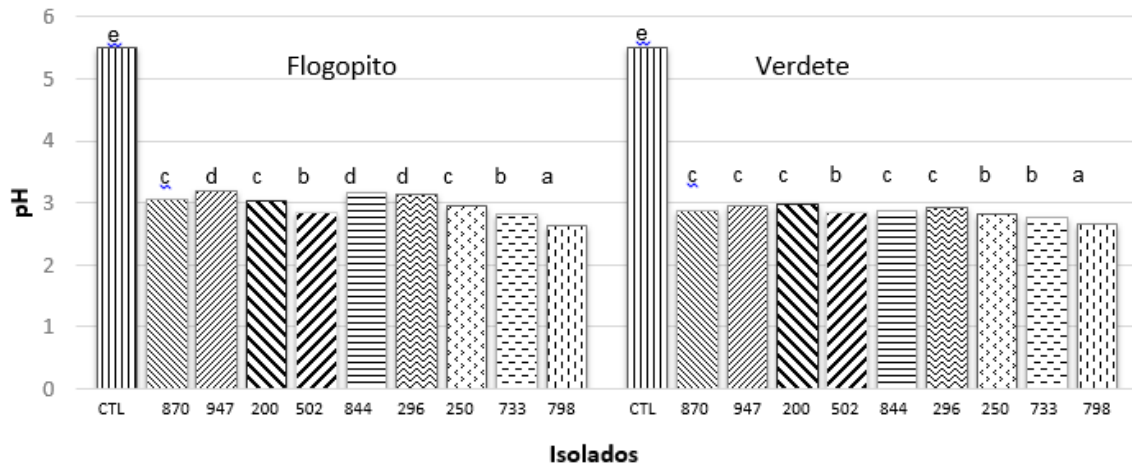
<sup>1</sup>Identificação de isolados de fungos filamentosos por sequenciamento da região ITS do rDNA pela ferramenta BLAST N em comparação com o material encontrado no *GenBank*<sup>2</sup> Área de coleta dos fungos na mina córrego do meio, Sabará, MG



**Tabela 2.** Solubilização de K após 14 dias de incubação em meio de cultura MISK contendo pó de rocha Flogopito e Verdete como fonte única de K.

Isolado	Teor de Potássio	
	Flogopito	Verdete
	----- mg L <sup>-1</sup> -----	
CMSV 250	n.d	0,67 a
CMSV 870	0,07 a	1,28 a
CMSV 844	0,73 a	n.d
CMSV 947	0,79 a	6,72 d
CMSV 733	0,98 a	n.d
Não inoculado	1,14 a	1,65 b
CMSV 502	1,45 a	2,49 b
CMSV 296	2,22 b	1,89 b
CMSV 200	2,85 b	0,48 a
CMSV 798	3,86 b	4,86 c

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. n.d indica que não foi detectado.



**Figura 1.** Variação do pH no meio de cultura após 14 dias de incubação em meio de cultura MISK contendo pó de rocha Flogopito e Verdete como única fonte de potássio. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Produção de ácido cítrico, láctico e oxálico por isolados de fungos filamentosos em meio MISK suplementados com pó de rocha Flogopito e Verdete

Isolado	Ácido cítrico (3,86 mg L <sup>-1</sup> )		Ácido láctico (mg L <sup>-1</sup> )		Ácido oxálico (mg L <sup>-1</sup> )	
	Flogopito	Verdete	Flogopito	Verdete	Flogopito	Verdete
CMSV 798	1664,7 a	1228,84 a	271202,8 a	386895,80 a	12,28 a	6,82 a
CMSV 733	451,86 b	112,95 c	872,19 b	228,23 b	0,64 b	0,81 b
CMSV 947	271,69 c	276,42 b	13,22 b	184,69 b	1,07 b	1,03 b
CMSV 250	259,25 c	229,4 b	31,61 b	79,79 b	0,20 b	0,23 b
CMSV 502	215,57 c	122,19 c	331,48 b	305,67 b	0,57 b	0,87 b
CMSV 296	177,46 c	249,97 b	24,04 b	61,36 b	0,24 b	0,31 b
CMSV 200	106,93 d	30,03 d	133,99 b	124,68 b	0,93 b	0,54 b
CMSV 870	34,67 d	117,73 c	54,88 b	64,29 b	0,72 b	0,94 b
CMSV 844	11,99 d	15,36 d	39,05 b	97,32 b	0,48 b	0,61 b
Controle	2,45 d	7,58 d	11,38 b	15,75 b	0,66 b	1,72 b

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

## Características agrônômicas de milho adubado com fertilizantes organominerais a base de cama de frango e fosfatos.

Denize Carvalho Martins<sup>(1)</sup>; Álvaro Vilela de Resende<sup>(2)</sup>; João Carlos Cardoso Galvão<sup>(3)</sup>; Eduardo de Paula Simão<sup>(4)</sup>; Gabriela de Oliveira Almeida<sup>(5)</sup>; Heider Lopes Ferreira<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup>Doutoranda em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; denizevarvalhom@yahoo.com.br; <sup>(2)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; alvaro.resende@embrapa.br; <sup>(3)</sup>Professor; Universidade Federal de Viçosa; <sup>(4)</sup>Doutorando em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; <sup>(5)</sup>Mestranda em Produção Vegetal; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; <sup>(6)</sup>Estudante do curso de Agronomia; UFSJ.

**RESUMO:** Novas tecnologias vêm sendo usadas na agricultura visando maiores produtividades, diminuição do custo de produção e uso sustentável de recursos. Dentre essas tecnologias, inclui-se o uso de fertilizantes organominerais. O presente trabalho objetivou avaliar as características agrônômicas da cultura do milho adubada com doses de fertilizantes organominerais a base de cama de frango e fosfatos. O experimento foi conduzido em Sete Lagoas – MG, no ano de 2015, comparando três fertilizantes como fontes de fósforo (superfosfato triplo – STP, organomineral com STP e organomineral com fosfato de Bayovar), em quatro doses (65, 130, 195 e 260 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total), além de um controle que não recebeu adubação fosfatada. Foram avaliadas a altura de planta; altura de espiga; diâmetro do colmo; número de fileiras por espiga; número de grãos por fileira; peso de mil grãos e índice de espigamento. Tratando-se de um solo já cultivado e adubado anteriormente, as características agrônômicas do milho foram pouco influenciadas pelas fontes e doses de fósforo na adubação de manutenção.

**Termos de indexação:** fontes alternativas de nutrientes, fosfato reativo, adubação fosfatada.

### INTRODUÇÃO

Na busca de elevação dos níveis de produtividade e de rentabilidade na produção de milho, novas tecnologias são constantemente incorporadas pelos agricultores no Brasil. O uso integrado e racional dos recursos disponíveis nas propriedades rurais, juntamente com a introdução de novas tecnologias, permite aumentar a estabilidade dos sistemas de produção, com

redução de custos e aumento de produtividade (Feliniet al., 2011).

De acordo com a legislação brasileira, fertilizante organomineral é definido como o produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos. A fabricação e uso de fertilizantes organominerais vem ganhando espaço no País a partir da produção de resíduos orgânicos na criação de suínos e aves. Cada vez mais intensificadas, estas criações requerem alternativas para destinação segura de resíduos, como forma de viabilizar a sustentabilidade do setor.

Segundo Benites et al. (2010), a principal vantagem dos fertilizantes organominerais em relação aos convencionais é o fato de utilizarem como matéria prima resíduos que são passivos ambientais de outros sistemas de produção. A adição de fertilizantes minerais aos resíduos orgânicos reduz os impactos ambientais dos mesmos, aumenta a fertilidade do solo e, ainda, diminui a necessidade de adubos convencionais, gerando uma série de ganhos para o produtor rural (Teixeira, 2013).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar as características agrônômicas da cultura do milho submetida à adubação de manutenção com fertilizantes organominerais a base de cama de frango e fosfatos, em latossolo já cultivado na Região Central de Minas Gerais.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob irrigação por aspersão em 2015, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, com coordenadas geográficas 19° 28' 36" de latitude sul e 44° 11' 53" de longitude oeste, e altitude de 732 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Cwa (com inverno seco e verão quente).

A área do estudo consiste de um Latossolo Vermelho distroférico muito argiloso. Em toda área foi passado subsolador a 25 cm de profundidade e realizada a aplicação de calcário e gesso agrícola segundo a análise do solo, sendo incorporados com grade aradora cerca de três meses antes da implantação do experimento. Foram também aplicados cloreto de potássio e FTE BR 12, seguindo-se uma gradagem niveladora. As condições de fertilidade do solo antes da aplicação dos tratamentos são apresentadas na Tabela 1.

### Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4+1, com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu a três fertilizantes fosfatados: superfosfato triplo (STP, com 44% de  $P_2O_5$  total), fertilizante organomineral a base de cama de frango com fosfato de Bayovar (OBAY, com 16,3% de  $P_2O_5$  total) e fertilizante organomineral com super triplo (OSTP, com 13,4% de  $P_2O_5$  total). O segundo fator constituiu-se das doses de 65, 130, 195 e 260 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  total. Como tratamento adicional, utilizou-se um controle sem adubação com fósforo.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de sete metros de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si, considerando-se como área útil as duas linhas centrais com um metro de bordadura nas extremidades.

### Implantação e condução do experimento

Para se estabelecer os tratamentos com as doses de fósforo, a quantidade de cada fertilizante foi distribuída manualmente em sulcos abertos com equipamento mecanizado no dia da semeadura, que se deu na primeira quinzena de janeiro de 2015. Após cobrir o adubo com uma fina camada de solo, as sementes foram depositadas manualmente e cobertas com outra camada de solo. Foi utilizada a cultivar de milho DKB 390 PRO, buscando uma densidade de 60.000 plantas  $ha^{-1}$ .

Todos os tratamentos receberam a mesma adubação de cobertura com 300 kg  $ha^{-1}$  do formulado NPK 20-00-20. Irrigação complementar foi realizada por meio de aspersão convencional. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi feito sempre que necessário, mediante monitoramento constante.

### Características avaliadas

Por ocasião da colheita, foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: altura de planta; altura de espiga; diâmetro do colmo; número

de fileiras por espiga; número de grãos por fileira; peso de mil grãos e índice de espigamento.

### Análise estatística

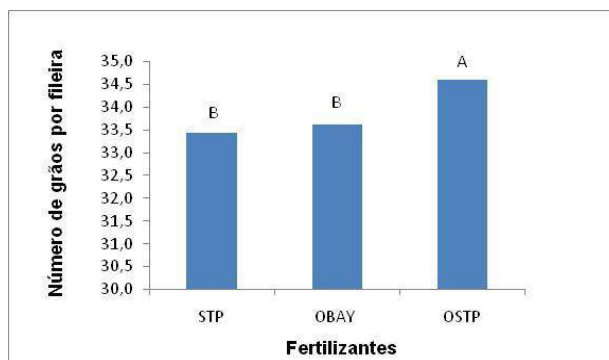
Os resultados foram submetidos a análise de variância com auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011). Quando ocorreram efeitos significativos identificados pelo teste F, foi aplicado teste de médias de Tukey comparando os fertilizantes ou realizada análise de regressão em função das doses de fósforo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, os tratamentos de adubação fosfatada de manutenção não apresentaram efeitos expressivos sobre as variáveis avaliadas (Tabela 2), o que pode ser justificado pelo fato de tratar-se de um solo já cultivado e adubado anteriormente, apresentando disponibilidade inicial de fósforo (Tabela 1) interpretada como adequada a alta, de acordo com critérios de Sousa & Lobato (2004).

Embora tenha havido diferença significativa dos tratamentos com adubação em relação ao controle para as variáveis altura de espiga, altura de planta, diâmetro do colmo e número de grãos por fileira (Tabela 2), apenas essa última apresentou diferença devido ao tipo de fertilizante e às doses de fósforo, porém sem interação significativa desses fatores.

A utilização do fertilizante organomineral com super triplo resultou em maior número de grãos por fileira na espiga (Figura 1). Fontoura et al. (2010), estudando aplicação de diferentes fontes de fósforo em sistema de plantio direto, verificaram que o super triplo é mais eficiente do que os fosfatos naturais reativos. No caso do presente estudo, porém, somente quando aplicado na forma organomineral o super triplo mostrou-se superior.



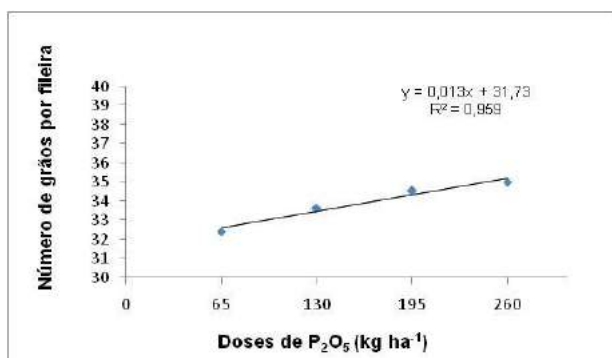
**Figura1-** Número de grãos por fileira da espiga de milho adubado com superfosfato triplo (STP), fertilizante organomineral com fosfato Bayovar



(OBAY) e fertilizante organomineral com super triplo (OSTP). Tratamentos com mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5 %.

Independente da fonte utilizada, o número de grãos por fileira apresentou incremento linear com o aumento das doses de  $P_2O_5$  (Figura 2). Maior número de grãos por fileira com a aplicação de doses de fósforo também foi relatado por Valderrama et al. (2011), em trabalho realizado com fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto.

Para algumas das características vegetativas do milho, a superioridade da média dos tratamentos do fatorial (fertilizantes x doses) em relação ao controle que não recebeu adubação (Tabela 2) foi condizente com o que se espera em experimentos a campo. Assim, na média dos tratamentos com adubação fosfatada, verificou-se 13, 10 e 2 cm a mais na altura de planta, de espiga e no diâmetro do colmo, respectivamente. Mesmo em solos de boa fertilidade, a cultura do milho costuma expressar maior crescimento vegetativo em resposta à adubação de manutenção no sulco de semeadura, embora nem sempre isso se reflita em ganhos de produtividade.



**Figura 2** - Número de grãos por fileira da espiga de milho em função de doses de fósforo na adubação de manutenção.

Os fertilizantes organominerais utilizados neste trabalho apresentaram eficiência equivalente ao superfosfato triplo para a maioria das características agronômicas avaliadas. Considerando que o solo já possuía considerável reserva de fósforo acumulada a partir de adubações anteriores (Tabela 1), essa similaridade nos resultados dos tratamentos da adubação de manutenção não surpreende. A expectativa é que, ao se avaliar o efeito residual para os cultivos subsequentes, sejam evidenciadas variações de resposta decorrentes de eventuais diferenças de desempenho das fontes de fósforo em

mais longo prazo, bem como das doses aplicadas nesse primeiro cultivo de milho.

Há relatos de que os fertilizantes organominerais podem ter melhor eficiência agrônômica ao reduzirem a adsorção de fósforo no sistema coloidal do solo (Parent et al., 2003) e contribuírem para o aumento de suas formas mais lábeis (Tiritan et al., 2010), aumentando, consequentemente, a disponibilidade do nutriente para as plantas.

## CONCLUSÕES

Tratando-se de um solo já cultivado e adubado anteriormente, as características agrônômicas do milho foram pouco influenciadas pelas fontes e doses de fósforo na adubação de manutenção.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro, e ao CNPq, pela concessão de bolsa de doutorado.

## REFERÊNCIAS

- BENITES, V. de M.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29. Guarapari. Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro. **Anais...** Viçosa: SBCS, 2010.
- FELINI, F.Z., BONO, J.A.M. 2011. Produtividade de soja e milho, em sistema de plantio com uso de cama de frango na região de Sidrolândia-MS. **Ensaio e ciência: Ciências agrárias, biológicas e da saúde**, v.15, n.5, p. 9-18, 2011.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.
- FONTOURA, S. M. V.; VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; MORAES, R. P. Eficiência técnica de fertilizantes fosfatados em latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.34, n.1, p.1907-1914, 2010.
- PARENT, L. E.; KHIARI, L. & PELLERIN, A. The P fertilization of potato: Increasing agronomic efficiency and decreasing environmental risk. **Acta Horticulturae**, n.627, p. 35-41, 2003.
- SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- TEIXEIRA, W. G. **Biodisponibilidade de fósforo e potássio de fertilizantes mineral e organomineral**. Uberlândia: UFU, 99p. 2013. Dissertação (Mestrado)
- TIRITAN, C.S.; SANTOS, D.H.; BORDINI, R.A.; FOLONI, J.S.S.; ONISHI, R.Y. Produção de matéria seca de milho



em função da adubação fosfatada mineral e organomineral. **Colloquium Agrariae**, v. 6, n.1, p. 01-07, 2010.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

**Tabela 1-** Atributos químicos do solo antes da aplicação dos tratamentos, na profundidade de 0-20 cm.

pH água	P Mehlich	K	H+Al	Al	Ca	Mg	CTC	SB
	----- mg dm <sup>-3</sup> -----		----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----					
5,9	6,4	105	4,3	0,0	4,4	0,8	9,8	5,5
V	Sat. Al	Cu	Fe	Mn	Zn	M O		
-----%-----	-----mg dm <sup>-3</sup> -----						dag kg <sup>-1</sup>	
53	0,0	1,0	22	23	3,8	3,6		

**Tabela 2-** Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileira (NGR), peso de mil grãos (P) e índice de espigamento (IE) do milho.

FV	GL	QM						
		AP (m)	AE (m)	DC (cm)	NF	NGR	P (g)	IE
Fertilizante	2	0,0046 ns	0,0006 ns	0,8219 ns	0,2826 ns	24,6619 **	68,0006 ns	0,0015 ns
Dose	3	0,0033 ns	0,0045 ns	2,2528 ns	0,5117 ns	59,3214 **	187,6190 ns	0,0002 ns
F x D Fatorial	6	0,0032 ns	0,0024 ns	0,7395 ns	0,4284 ns	4,3632 ns	157,0240 ns	0,0006 ns
vsAdicional	1	0,0600 **	0,04001 **	15,0599 **	0,0001 ns	435,0851 **	95,5198 ns	0,0019 ns
Tratamento	12	0,0082 ns	0,0058 ns	2,3249 *	0,3892 ns	57,3793 **	144,7102 ns	0,0008 ns
Bloco	3	0,0108 ns	0,0077 ns	0,2373 ns	0,2115 ns	5,6741 ns	195,5347 ns	0,0023 *
Erro	36	0,0051	0,0052	0,9653	0,3166	7,1328	180,6809	0,0006
Total	51							
Média		2,32	1,34	24,87	17,44	67	360,9	1,00
CV(%)		3,08	5,38	3,95	3,23	3,99	3,72	2,49

\*\* significativo a 1%; \* significativo a 5%; ns não significativo pelo teste F.

## Características Agronômicas do Milho Doce em Função da Inoculação das Sementes com *Azospirillum brasilense* Associada à Adubação Nitrogenada no Noroeste do Paraná

Alberto Yuji Numoto<sup>(1)</sup>; Pedro Soares Vidigal Filho<sup>(2)</sup>; Carlos Alberto Scapim<sup>(2)</sup>; Alex Henrique Tiene Ortiz<sup>(3)</sup>; Anderson Takashi Hara<sup>(1)</sup>; Antônio Augusto Nogueira Franco<sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Doutorando em Agronomia; Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná; alberto.y.numoto@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Doutor; Universidade Estadual de Maringá; <sup>(3)</sup> Doutorando em Genética e Melhoramento; Universidade Estadual de Maringá; <sup>(4)</sup> Pesquisador; Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária do Mato Grosso.

**RESUMO:** O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* associada à adubação nitrogenada sobre as características agronômicas do milho doce, na região Noroeste do Paraná. O experimento foi instalado na Safra de "Verão" de 2012/2013 na Fazenda Experimental de Iguatemi, em Maringá. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos da combinação das doses de inoculante (0, 50, 100, 150 e 200 mL ha<sup>-1</sup>) e das doses de nitrogênio aplicadas na semeadura (0,0 e 30,0 kg ha<sup>-1</sup>) e em cobertura (0,0 e 110,0 kg ha<sup>-1</sup>) e um híbrido de milho doce (RB 6324) do grupo superdoce, formando um fatorial 5 x 2 x 2. As características agronômicas avaliadas foram a produtividade de espigas comerciais despalhadas e o teor foliar de N. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* proporcionou acréscimo de 10,5% na produtividade de espigas comerciais despalhadas, enquanto que o teor foliar de N foi influenciado apenas pela adubação nitrogenada em cobertura.

**Termos de indexação:** produtividade de espigas, bactérias diazotróficas, nitrogênio.

### INTRODUÇÃO

O milho doce é caracterizado por possuir um dos oito genes mutantes que afetam a biossíntese de carboidratos no endosperma, ou seja, bloqueiam a conversão de açúcares em amido, tornando os grãos mais adocicados (TRACY, 2010). Os principais destinos das espigas produzidas são o

processamento industrial e o consumo in natura (BARBIERI, 2005).

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de milho comum, ocupando o terceiro lugar em produção de grãos, superado apenas pelos Estados Unidos e pela China (USDA, 2016). Assim sendo, o país apresenta, também, ampla aptidão ao cultivo de outros tipos especiais de milho, tais como o milho doce.

Embora haja diversos estudos envolvendo o manejo de milho comum no sistema agrícola, contudo, pouca ênfase tem sido dada aos milhos especiais. Neste sentido, os produtores rurais têm utilizado as recomendações preconizadas para o milho comum, o que de certa forma pode vir a limitar o potencial produtivo dos milhos especiais.

Dentre os manejos agrícolas que afetam a produtividade do milho, um dos mais importantes é a adubação nitrogenada (OKUMURA et al., 2014). Devido à dinâmica do N no sistema, torna-se cada vez mais necessária a realização de estudos sobre o tema. Além disso, alternativas tecnológicas capazes de melhorar o estado nutricional da cultura do milho por N, como por exemplo, a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* (HUNGRIA et al., 2010; SPOLAOR et al., 2016), são essenciais, quando se almeja elevada produtividade.

Diante dessas considerações, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*, associada à adubação nitrogenada, sobre as características agronômicas do milho doce, no período de Verão, na região Noroeste do Paraná.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimento de Iguatemi (FEI), pertencente à



Universidade Estadual de Maringá (UEM), na Safra de Verão de 2012/2013, em Maringá, na região Noroeste do Paraná, latitude 23°20'48" Sul e longitude 52°04'17" Oeste, com altitude aproximada de 550 m. O solo da área é classificado como NITOSSOLO VERMELHO Distroférico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco doses de inoculante (0,0; 50; 100; 150 e 200 mL ha<sup>-1</sup>) contendo *Azospirillum brasilense* (Estirpes AbV5 e AbV6), duas doses de N (0,0 e 30,0 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas na ocasião da semeadura, duas doses de N (0,0 e 110,0 kg ha<sup>-1</sup>) aplicadas em cobertura no estágio V<sub>4</sub> e um híbrido de milho doce (RB 6324), do grupo superdoce (Sh2). O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2 x 2, com quatro repetições. Cada unidade experimental possuía 27,0 m<sup>2</sup>, sendo cinco linhas de plantas espaçadas em 0,9 m e 6,0 m de comprimento. Por sua vez, a área útil foi constituída por três linhas centrais, excluindo 0,5 m de cada extremidade, totalizando 13,5 m<sup>2</sup>.

A semeadura foi realizada manualmente (matraca), no dia 20 de outubro de 2012, em sistema de plantio direto, adotando-se uma população de 55.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

Avaliou-se a produtividade de espigas comerciais despalhadas (maiores que 15 cm de comprimento e com diâmetro maior que 3 cm; isentas de ataques de insetos-praga e doenças) (Mg ha<sup>-1</sup>) e o teor foliar de N (g kg<sup>-1</sup>). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão a 5 % de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (Tabela 1), evidenciam que a inoculação com *A. brasilense* exerceu influência positiva sobre a produtividade de espigas comerciais despalhadas de milho doce. Por outro lado, o teor foliar de N foi afetado apenas pela adubação nitrogenada em cobertura.

**Tabela 1** – Resumo da análise de variância referente à produtividade espigas comerciais despalhadas (PECD) e ao teor foliar de N (TFN) do milho doce na Safra de "Verão" 2012/2013

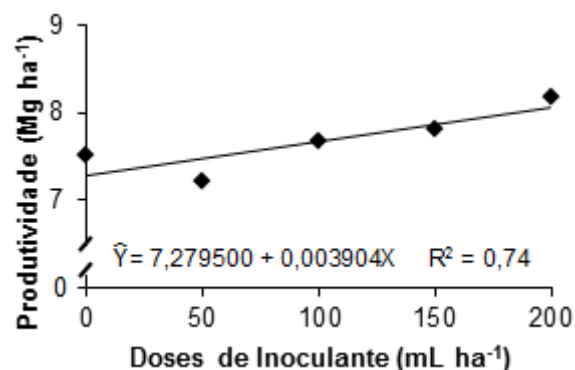
Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		PECD	TFN
		Mg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
Inoculante (I)	4	2,049*	11,869 <sup>ns</sup>
N Sem. (S)	1	0,219 <sup>ns</sup>	12,824 <sup>ns</sup>
N Cob.(C)	1	0,013 <sup>ns</sup>	155,320*
S x C	1	0,292 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>
I x S	4	1,216 <sup>ns</sup>	5,343 <sup>ns</sup>

I x C	4	0,995 <sup>ns</sup>	3,741 <sup>ns</sup>
I x S x C	4	1,036 <sup>ns</sup>	4,320 <sup>ns</sup>
Blocos	3	3,645 <sup>ns</sup>	1,828 <sup>ns</sup>
Resíduo	57	0,766	5,533
Média geral		7,67	28,61
CV (%)		11,41	8,22

\*Significativo (p≤0,05) e <sup>ns</sup>não significativo (p>0,05), pelo teste F.

A produtividade de espigas comerciais despalhadas, em função das doses de inoculante utilizadas, ajustou-se de forma significativa ao modelo linear crescente (Figura 1). Dessa forma, com base no coeficiente angular da equação, a cada 10,0 mL de inoculante adicionado via tratamento de sementes observou-se incremento de 40 kg ha<sup>-1</sup> na produtividade de espigas comerciais despalhadas. Ou seja, os incrementos de produtividade chegaram a 10,5% em relação aos tratamentos sem inoculação com *Azospirillum brasilense*. Efeitos benéficos na produtividade decorrente de inoculação também foram relatados por Swedzyska e Sawicka (2000) que obtiveram incremento de 27,0 % na produtividade de espigas de milho doce inoculado com *Azospirillum brasilense*. Por sua vez, em milho comum, Hungria et al. (2010) obtiveram incrementos na produtividade de grãos que variaram de 16 a 30 % com a inoculação das sementes com *A. brasilense* (estirpes AbV5, AbV6 e AbV7).

O efeito da inoculação com *Azospirillum* spp. inicia-se nos primeiros estádios de desenvolvimento do milho, durante os primeiros dias após a colonização da raiz (JACOUD et al., 1999). As modificações que ocorrem no sistema radicular decorrentes da associação com a bactéria possibilitam melhor absorção de água e de nutrientes minerais do solo e maior resistência das plantas ao estresse mecânico durante o ciclo da cultura, o que as tornam mais tolerante aos estresses abióticos.



**Figura 1.** Produtividade de espigas comerciais despalhadas de milho doce em função da inoculação das sementes com *Azospirillum*

*brasiliense*, na média das doses de N aplicadas na ocasião da semeadura e em cobertura, na Safra de Verão 2012/2013 em Maringá.

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que a fixação biológica de N pelas bactérias diazotróficas contribuem tanto no acúmulo de massa nos grãos quanto na qualidade das espigas colhidas. Isto pode ser explicado pelo fato das bactérias do gênero *Azospirillum* terem a capacidade de sintetizar quantidades significativas de fitormônios tais como auxina, giberelina e citocinina (CASSÁN; VANDERLEYDEN; SPAEPAN, 2014), os quais contribuem para o melhor desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea da planta de milho.

O teor foliar de N proporcionado pela dose de 110,0 kg de N ha<sup>-1</sup> aplicada em cobertura, no estágio V<sub>4</sub> da cultura, foi de 30,0 g kg<sup>-1</sup>, incremento de 10,21% em relação ao tratamento testemunha. Resultados semelhantes foram encontrados por Machado et al. (1998), que não obtiveram resposta significativa no teor foliar de N com a inoculação (*A. brasiliense*) das sementes do milho Nitroflint, contudo, a adubação nitrogenada incrementou positivamente esta variável resposta.

Cerrato e Blackmer (1991) estimaram o nível crítico de N na folha de milho comum em 21,0 g kg<sup>-1</sup>. Portanto, considera-se que os valores obtidos no presente trabalho foram adequados para alcançar boas produtividades de espigas verdes.

**Tabela 2** – Teor foliar de N (TFN) desdobrado dentro das doses de N aplicadas em cobertura no estágio V<sub>4</sub> da cultura do milho doce, na média das cinco doses de inoculante e das duas doses de N aplicadas na semeadura na Safra de "Verão" de 2012/2013, em Maringá

N em cobertura	TNF (g kg <sup>-1</sup> )
Ausência	27,22 b
Presença	30,00 a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si (p ≤ 0,05), pelo teste F.

## CONCLUSÕES

A inoculação das sementes com *Azospirillum brasiliense* propiciou incremento na produtividade de espigas comerciais despalhadas de milho doce de 10,5% em relação às testemunhas.

A adubação nitrogenada influenciou positivamente o teor foliar de N.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá; ao Programa de Pós-graduação em Agronomia; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Araucária (FA).

## REFERÊNCIAS

BARBIERI, V.H.B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e população de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.826-830, 2005.

CASSÁN, F.; VANDERLEYDEN, J.; SPAEPAN, S. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the genus *Azospirillum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.33, n.2, p.440-459, 2014.

CERRATO, M.E.; BLACKMER, A.M. Relationships between leaf nitrogen concentrations and the nitrogen status of of corn. **Journal of Production Agriculture**, v.4, n.3, p.525-531, 1991.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 3 ed., 2013. 353 p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasiliense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**, v.331, p.413-425, 2010.

JACOUD, C.; JOB, D.; WADOUX, P.; BALLY, R. Initiation of root growth stimulation by *Azospirillum*

*lipoferum* CRT1 during maize seed germination. **Canadian Journal of Microbiology**, v.45, n.4, p.339-342, 1999.

MACHADO, A.T.; SODEK, L.; DÖBEREINER, J.; REIS, V.M. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.961-970, 1998.

OKUMURA, R.S.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; MARQUES, O.J.; FRANCO, A.A.N.; SOUZA, R.S.; RECHE, D.L. Effects of nitrogen rates and timing of nitrogen topdressing applications on the nutritional and agronomic traits of sweet corn. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, v.12, n.2, p.391-398, 2014.

SPOLAOR, L.T.; GONÇALVES, L.S.A.; SANTOS, O.J.A.P.; OLIVEIRA, A.L.M.de; SCAPIM, C.A.; BERTAGNA, F.A.B.; KUKI, M.C. Plant growth-promoting bacteria associated with nitrogen fertilization at topdressing in popcorn agronomic performance. **Bragantia**, v.75, n.1, p.33-40, 2016.

SWEDRZYNSKA, D.; SAWICKA, A. Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on development and yielding of maize (*Zea mays* ssp. *Saccharata* L.) under different cultivation conditions. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.9, n.6, p.505-509, 2000.

TRACY, W.F. History, genetics, and breeding of supersweet (shrunken2) sweet corn. **Plant Breeding Reviews**, v.14, p.189-380, 2010.

USDA – United States Department of Agriculture. **World agriculture supply and demand estimates**. Washington, Foreign Agricultural Service, March 2016. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 04 de abril de 2016



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**

**"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"**

---



## Características produtivas do sorgo safrinha em função de épocas de semeadura e adubação NPK

Flávia Cristina dos Santos<sup>(1)</sup>; Miguel Marques Gontijo Neto<sup>(2)</sup>; Álvaro Vilela de Resende<sup>(3)</sup>; Eduardo de Paula Simão<sup>(4)</sup>; André May<sup>(5)</sup>; Samara Cristiele Barros da Cruz<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; flavia.santos@embrapa.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(3)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(4)</sup> Estudante de Doutorado; Universidade Federal de Viçosa; <sup>(5)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(6)</sup> Estudante de Agronomia; Universidade Federal de São João del-Rei

**RESUMO:** O sorgo é uma alternativa para a safrinha. Objetivou-se avaliar o efeito de épocas de semeadura e adubação NPK sobre características produtivas do sorgo safrinha. Foi conduzido experimento nos anos de 2013 e 2014 em Rio Verde, GO, com o sorgo granífero 50A70, em delineamento de blocos ao acaso, esquema fatorial 4x2x4, com quatro repetições. Os tratamentos foram quatro doses de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O na semeadura (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50, 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup>), duas doses de N em cobertura (0 e 50 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro épocas de semeadura (ano 2013: Ep1-06/02 e Ep2-25/02 e ano 2014: Ep1- 06/02 e Ep2- 26/02). Antes da semeadura do sorgo foi cultivada soja. Avaliaram-se a altura de plantas e a produtividade do sorgo. As alturas de plantas das primeiras épocas de cultivo foram superiores às dos plantios mais tardios. Considerando a produtividade do sorgo, no ano de 2013 houve maior rendimento de grãos com a cultura semeada no início de fevereiro, enquanto no ano de 2014, este resultado se inverteu, com o sorgo plantado no final de fevereiro apresentando melhor resultado produtivo. O tratamento testemunha, sem adubação, produziu menos (3.878 kg ha<sup>-1</sup> de grãos) que os tratamentos adubados, que não diferiram entre si (média de 4.691 kg ha<sup>-1</sup> de grãos). Em sistema de produção de sorgo safrinha após a soja, e condições semelhantes às desta pesquisa, recomendam-se 50-50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na semeadura, não havendo necessidade da adubação nitrogenada, e o sorgo pode ser semeado em qualquer período do mês de fevereiro.

**Termos de indexação:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench, granífero, fertilização.

## INTRODUÇÃO

O sorgo granífero, por ser uma cultura mais eficiente no uso da água, em comparação com o milho (Magalhães et al., 2014), tem se destacado como uma boa opção para a produção de grãos no período da safrinha, em que a oferta hídrica é reduzida.

Além disso, o sorgo é bastante eficiente no uso de nutrientes (Maranville & Madhavan, 2002) e, como na safrinha o uso de fertilizantes é reduzido, tanto pelo residual que se espera da safra de verão, quanto pelo risco da produção, a cultura se sobressai em relação às demais.

Entretanto, sendo o sorgo uma cultura responsiva à adubação (Resende et al., 2009) e como em plantios mais tardios o risco de perda de produtividade aumenta, pesquisas que possam avaliar a adubação e época de plantio do sorgo são de grande relevância.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi testar o efeito da adubação NPK e de épocas de semeadura sobre aspectos produtivos do sorgo granífero cultivado na safrinha.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido experimento, durante os anos de 2013 e 2014, na área experimental do Centro Tecnológico da Comigo (Cooperativa de Produtores do Sudoeste de Goiás), na cidade de Rio Verde, GO, sob sequeiro. O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho distroférrico típico, com as seguintes características químicas e física antes da

instalação da pesquisa: pH H<sub>2</sub>O = 5,4, Al = 0,0; Ca = 1,6; Mg = 0,2; T = 6,4 (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); P = 15,2; K = 49,4 (mg dm<sup>-3</sup>); V = 30,8 %; teor de argila e matéria orgânica = 39,0 e 2,7 (dag kg<sup>-1</sup>). Em outubro de 2013, foram aplicadas 2,1 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, a fim de elevar a saturação por bases na camada de 0-10 cm a 60%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial 4x2x4, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro doses de NPK na semeadura (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50, 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), duas doses de N em cobertura (0 e 50 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro épocas de semeadura (ano de 2013: Ep1- 06/02 e Ep2- 25/02 e ano de 2014: Ep1- 06/02 e Ep2- 26/02).

A quantidade de chuva total durante o ciclo da cultura, em mm, foi: ano de 2013 Ep1- 948, Ep2- 792, ano de 2014 Ep1- 524, Ep2- 386. A média de temperatura máxima durante o ciclo do sorgo foi de 29° C e de temperatura mínima de 18° C, considerando todas as épocas de cultivo.

Na adubação de semeadura foi utilizado formulado NPK e a adubação de cobertura foi realizada no estádio V3, com a fonte ureia aplicada a lanço. O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações existentes para a cultura do sorgo. Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivada soja, nas duas safras, que recebeu 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-20-18 e teve as sementes inoculadas com rizóbio. Nas colheitas da soja, foram obtidas produtividades de cerca de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 5 m de comprimento e espaçadas de 0,5 m. A parcela útil foi composta pelas duas linhas centrais de 3 m de comprimento, eliminando-se 1 m de bordadura em cada extremidade.

Utilizou-se a cultivar de sorgo 50A70, com estande de 200.000 plantas por hectare. As colheitas foram realizadas em 11/06/2013 e 16/07/2013 e em 24/06/2014 e 22/07/2014. As variáveis avaliadas foram altura de plantas e produtividade de grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância (p<0,05) e teste de médias para comparação dos tratamentos por Scott-Knott (p<0,05). O programa estatístico utilizado foi o Sisvar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na tabela 1, a época de cultivo teve efeito significativo na altura de plantas e na produtividade do sorgo, e esta última também sofreu influência da adubação de semeadura NPK.

O teste de médias para o efeito das épocas de cultivo mostrou que o maior valor de altura de plantas foi obtido na época 1 do ano de 2014, ou seja, com o plantio no início do mês de fevereiro (Tabela 2). Fazendo-se uma avaliação no ano de 2013, houve superioridade também para a primeira época de cultivo em relação à segunda (Tabela 2).

Considerando a produtividade do sorgo, no ano de 2013 houve maior rendimento de grãos quando a cultura foi semeada no início de fevereiro, enquanto no ano de 2014, este resultado se inverteu, com o sorgo plantado no final de fevereiro apresentando melhor resultado produtivo (Tabela 2).

**Tabela 1** – Resumo da análise de variância para altura de plantas (Alt) e produtividade de grãos do sorgo (Produ).  
 Alt e Produ: altura de plantas e produtividade de grãos do sorgo.

F.V.	G.L.	Q.M.	
		Alt	Produ
NPK	3	31,098	5361936,934**
N	1	3,899	172032,915
Ep	3	903,921***	35138351,281***
NPK x N	3	11,494	1055840,947
NPK x Ep	9	4,485	2035357,140
N x Ep	3	15,402	691637,368
NPK x N x Ep	9	10,138	633926,622
Rep (Ep)	12	28,264	1180714,910
Erro	84	15,192	1108168,788
C.V. (%)		3,24	23,45

\*\* , \*\*\* Significativo a 1 e 0,1 % respectivamente.

Os maiores limitantes ao cultivo de plantas na safrinha são a menor quantidade de chuvas, as temperaturas menores e a ausência ou pequenas doses de fertilizantes aplicadas nas culturas. Entretanto, neste estudo, como a adubação foi a mesma e como as temperaturas máximas e mínimas não sofreram grande variação ao longo dos cultivos, a explicação para as diferentes produtividades recai sobre as chuvas. Contudo, na primeira época de semeadura do ano de 2013 a

pluviosidade total foi bem superior à segunda época do mesmo ano e isso pode explicar a maior produtividade de grãos obtida (Tabela 2). Além disso, no período de maior demanda, que é o florescimento, foram registrados 137 mm de chuva na primeira época de plantio. Entretanto, no ano de 2014, embora com um total de chuva menor, a segunda época de cultivo foi a que resultou em maior produtividade de grãos de sorgo, se comparada com a primeira época do mesmo ano (Tabela 2). Assim, uma possível explicação pode estar vinculada a uma melhor distribuição da chuva em relação ao ciclo fenológico da cultura no segundo semeio, uma vez que o sorgo necessita de cerca de 380 a 600 mm de água durante o seu ciclo (Sans et al., 2003), e neste estudo, como choveu 386 mm na segunda época de semeadura, com boa distribuição, a demanda da cultura pode ter sido atendida.

Uma explicação para a inconsistência na resposta da produtividade em função da época de semeadura pode ser pelas características locais, sendo que o principal Estado produtor de sorgo granífero é o Goiás, com quase 40 % da produção nacional (IBGE, 2016). A produtividade média deste Estado para o ano de 2014 foi de 3.158 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, superior à média nacional (2.713 kg ha<sup>-1</sup>) (IBGE, 2016) e nota-se que neste trabalho, à exceção da segunda época de semeadura do ano de 2013, as produtividades do sorgo foram bem superiores à média do Estado (Tabela 2). Neste Estado prevalece a semeadura do sorgo safrinha nos meses de fevereiro, março e abril (Conab, 2015), ou seja, fevereiro corresponde aos plantios mais precoces e neste trabalho as duas épocas de semeadura foram neste mês.

**Tabela 2** – Efeito da época de semeadura sobre a altura de plantas e produtividade do sorgo

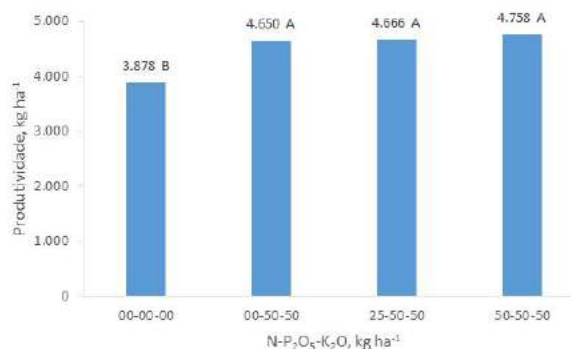
Variável	2013		2014	
	Ep1	Ep2	Ep1	Ep2
Alt	119,7 B	113,9 C	126,9 A	120,8 B
Produt	5.347 A	3.125 C	4.206 B	5.274 A

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade

Pelos resultados apresentados na tabela 1 e figura 1 nota-se que o sorgo respondeu à adubação de semeadura, se comparado à testemunha sem adubação, sendo que as doses de 50-50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O não diferiram das demais doses aplicadas destes nutrientes.

Não houve resposta ao N em semeadura e em

cobertura, e isso pode ser explicado pelo fornecimento de N dos resíduos da cultura anterior, a soja, com grande capacidade de fornecimento de N após a decomposição de sua palhada, além da contribuição da matéria orgânica do solo (Sousa & Lobato, 2004).



**Figura 1.** Produtividade de grãos de sorgo em função das doses de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O na semeadura. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade

## CONCLUSÕES

Em sistema de produção de sorgo safrinha após a soja, e condições semelhantes às desta pesquisa, recomendam-se 50-50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na semeadura, não havendo necessidade da adubação nitrogenada, e o sorgo pode ser semeado em qualquer período do mês de fevereiro.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa pelo financiamento das pesquisas.

## REFERÊNCIAS

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Safra 2015/2016, v.3, 3º levantamento, 2015. 152p.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2014**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P>. Acesso: 30 de mai 2016

MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C.; MAY, A.; LIMA FILHO, O.F.; SANTOS, F.C.; MOREIRA, J.A.A.; LEITE, C.E.P.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FREITAS, R.S. Exigências edafoclimáticas e fisiologia da produção. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.D.; PARRELLA, R.A.C., eds.



**Sorgo: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: UFV, 2014, p. 58-88.

MARANVILLE, J.W.; MADHAVAN, S. Physiological adaptations for nitrogen use efficiency in sorghum. **Plant and Soil**, v. 245, p. 25-34, 2002.

RESENDE, A.V.; COELHO, A.M.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.C. **Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo.** 2009. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica 119).

SANS, L.M.A.; MORAIS, A.V.C.; GUIMARÃES, D.P. **Época de plantio de sorgo** (Comunicado Técnico). MAPA. Sete Lagoas. 2003.





## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Cátions hidrossolúveis no milho em função da calagem e silicatagem superficial em experimento de longa duração

**Katiúça Sueko Tanaka<sup>(1)</sup>; Letusa Momesso Marques<sup>(2)</sup>; Cláudio Hideo Martins da Costa<sup>(3)</sup>; Beatriz da Silva Fabretti<sup>(4)</sup>; Aron Aiello Sandoval<sup>(5)</sup>; Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP; Botucatu, SP; [sueko\\_tanaka@hotmail.com](mailto:sueko_tanaka@hotmail.com); <sup>(2)</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista Capes; Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP; [letusamomesso@gmail.com](mailto:letusamomesso@gmail.com); <sup>(3)</sup> Pós-doutorando em Agronomia; Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP; [c\\_hideo@hotmail.com](mailto:c_hideo@hotmail.com); <sup>(4)</sup> Graduanda em Agronomia; Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP; [bia.fabretti@hotmail.com](mailto:bia.fabretti@hotmail.com); <sup>(5)</sup> Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP; [aas.mamica2014@gmail.com](mailto:aas.mamica2014@gmail.com); <sup>(6)</sup> Professor Doutor Titular, bolsista CNPq de produtividade; Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP; [crusciol@fca.unesp.br](mailto:crusciol@fca.unesp.br).

**RESUMO:** Os compostos orgânicos, liberados por resíduos vegetais e quantificados através dos cátions hidrossolúveis, podem melhorar a eficiência da aplicação superficial de corretivos da acidez do solo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação superficial de calcário e silicato no teor de cátions solúveis e condutividade elétrica do extrato da parte aérea da cultura do milho. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/2015 em um Latossolo Vermelho distroférrico, instalado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), em sistema de plantio direto consolidado. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de corretivos da acidez do solo aplicados superficialmente e o controle (calcário, silicato de cálcio e magnésio e sem corretivo). Foram determinados os teores de cátions hidrossolúveis e a condutividade elétrica da parte aérea do milho. A concentração de cátions hidrossolúveis na planta de milho não foi influenciada após 36 meses da aplicação superficial de corretivos da acidez do solo.

**Termos de indexação:** resíduo vegetal, corretivos da acidez do solo, sistema plantio direto.

### INTRODUÇÃO

O Cerrado é a principal região produtora de grãos no Brasil. O solo predominante desta região é do tipo Latossolo, o qual é caracterizado pela baixa capacidade de retenção de água, baixa atividade microbiana, elevada acidez e baixa fertilidade

natural em função às deficiências em  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e P e elevada toxicidade por  $\text{Al}^{3+}$  (Fageria & Baligar, 2008). A expansão da agricultura na região Central do Brasil, ocorreu em função dos sistemas conservacionistas do solo, como o SPD (Stone & Silveira, 2001). Esse sistema de produção tem sido adotado em todo os continentes, e no Brasil é cultivado sob 27 milhões de hectares (Caires, 2013). A presença de palhada na superfície e o revolvimento mínimo do solo diminuem a taxa de decomposição de ligantes orgânicos de baixo peso molecular por microrganismos, propiciando assim, a solubilização e a lixiviação dos compostos orgânicos (Miyazawa et al., 2000) e ainda, favorecendo no carregamento dos produtos da dissociação dos corretivos da acidez do solo (Castro et al., 2012). Por possuírem grupos funcionais que participam de reações químicas no solo, como a complexação metal-orgânica (Hue et al., 1986) e adsorção de íons, esses compostos podem favorecer a amenização da toxidez do Al trocável, mobilização do calcário e de cátions no solo (Ziiglio et al., 1999). Desse modo, a determinação da somatória de cátions solúveis pode indicar o potencial de mobilização de cátions e as quantidades de  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  que possam ser neutralizados pelos resíduos vegetais (Franchini et al., 1999), e é um dos indicadores mais eficientes dos efeitos de resíduos na química da solução de solos ácidos (Cassiolato et al., 2000; Miyazawa et al., 2000). A prática usual na correção da acidez do solo é a calagem. Além do calcário, o silicato de cálcio e magnésio pode ser utilizado como corretivo da acidez, pois se comportam de forma semelhante. Este material apresenta ainda maior solubilidade (6,78 vezes) e em razão da presença de silício, sendo um

elemento benéfico, pode aumentar a tolerância das plantas à estresses abióticos e elevar os rendimentos de algumas culturas (Korndörfer et al., 2002; Deren et al., 1994; Epstein, 1994; Marchner, 1995).

Sendo assim, objetivou-se comparar os efeitos da aplicação superficial de calcário e silicato de Ca e Mg, em experimento de longa duração, nos teores de cátions solúveis na condutividade elétrica dos extratos vegetais da parte aérea da cultura do milho na época do florescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento vem sendo conduzido desde 2006 na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu, SP, apresentando como coordenadas geográficas 48° 23' de longitude Oeste de Greenwich e 22° 51' de latitude Sul, com altitude de 765 metros. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (Embrapa, 2013), o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico argiloso. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Lombardi Neto & Drugowich, 1994). Para a determinação das características químicas do solo, amostrou-se a camada 0,00-0,20 m, seguindo a metodologia descrita por Raij et al. (2001). Os resultados foram: matéria orgânica de 27,9 g dm<sup>-3</sup>, pH (CaCl<sub>2</sub>) de 4,6, P (resina) de 23 mg dm<sup>-3</sup>, K, Ca, Mg e CTC de 0,85, 23,4, 12,3 e 105,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e V% de 35%.

### Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de corretivos aplicados superficialmente sobre o solo, e o tratamento controle (calcário, silicato de Ca e Mg e sem corretivo). Cada unidade experimental possuía dimensões de 5,4 m de largura e 10 m de comprimento, totalizando 54 m<sup>2</sup>.

As doses dos corretivos foram calculadas objetivando elevar a saturação por bases (V%) a 70%, utilizando-se dois produtos: calcário dolomítico (PRNT=74%, CaO=35%, MgO=12%) e silicato de Ca e Mg (PRNT=66%, CaO=32%, MgO=9% e SiO<sub>2</sub>=23%). A aplicação superficial dos corretivos foi realizada de forma manual no dia 26 de setembro de 2011.

O milho foi semeado em 06 de novembro de 2014, utilizando-se o híbrido simples Dekalb 390 VT

PRO 2, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e três plantas por metro. Adubou-se a cultura com 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16. Realizou-se a adubação de cobertura com sulfato de amônio, aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, quando a cultura encontrava-se no estádio V4. O florescimento pleno do milho ocorreu 65 dias após sua emergência. A soma de cátions e condutividade elétrica dos extratos vegetais foram determinados a partir das amostras coletadas para avaliação da produção de massa de matéria seca da parte aérea no florescimento. Para a extração dos compostos hidrossolúveis (ácidos orgânicos de baixo peso molecular), foi transferido 1 g dos resíduos para frascos de 100 mL e adicionou-se 50 mL de água destilada, agitando-se por 4 horas a 200 rpm, com posterior filtragem. De posse dos extratos vegetais, os teores de Ca, Mg e Mn foram determinados por absorção atômica e os de K e Na por fotometria de chamas. Os resultados foram expressos em mmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, de forma individual para cada elemento e na forma de soma de cátions (Σ Ca, Mg, Mn, K e Na). Foi também analisada, no extrato vegetal, a condutividade elétrica (CE) da solução por condutivimetria em μS cm<sup>-1</sup>.

### Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> é indicada pela somatória dos cátions solúveis, que pode ser neutralizada pelos resíduos vegetais (Miyazawa et al., 2000). De modo que a calagem e a silicatagem podem melhorar a capacidade dos resíduos das plantas cultivadas em mobilizar cátions e imobilizar o

Al<sup>3+</sup> da solução do solo. Porém, após 36 meses da aplicação superficial de corretivos da acidez, não houve efeito de ambos corretivos na soma de cátions no presente estudo, e também não se observou aumento da condutividade elétrica do extrato vegetal do milho (**Tabela 1**).

Castro et al. (2012) ao quantificarem os cátions solúveis do extrato vegetal do milho após a aplicação de calcário e silicato, verificaram diferença estatística apenas no teor de Mg<sup>2+</sup>, sendo encontrados maiores quantidades quando aplicou-se o calcário e o silicato, uma vez que ambos

corretivos possuem quantidades significativas de MgO. Entretanto, os autores não constataram alterações nos teores de Ca, provavelmente devido o teor original de  $\text{Ca}^{2+}$  do solo considerado alto (Raij et al., 1997). Ainda que no presente experimento não houve diferença estatística, a aplicação superficial de corretivos da acidez do solo apresentaram maiores quantidade de  $\text{Mg}^{2+}$ , em relação ao controle, da ordem de 18% e 20% para o calcário e o silicato, respectivamente (**Tabela 1**).

A quantidade de sais provenientes não foi suficiente para alterar o valor da condutividade elétrica. Soratto & Crusciol (2007), trabalhando com doses de calcário em um solo de mesma classificação, também não constataram resposta na soma de cátions e condutividade elétrica do extrato vegetal de feijão, mesmo com a redução dos teores de Mg solúvel 18 meses após a aplicação superficial do corretivo. Miyazawa et al. (2000) afirmaram que a condutividade elétrica dos extratos vegetais, onde os valores podem variar de acordo com a determinação da soma de cátions, determina a concentração dos íons dissolvidos na solução.

Os resíduos vegetais que apresentam maior capacidade em mobilizar  $\text{Ca}^{2+}$  no perfil do solo são aqueles com alto teor de  $\text{K}^+$  solúvel em seus tecidos, variando de espécie para espécie (Franchini et al., 2003). Visto que maiores teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  solúveis nos resíduos vegetais, são mais eficientes em imobilizar o  $\text{Al}^{3+}$  da solução do solo, acarretando em uma maior neutralização desse elemento no perfil do solo (Castro et al., 2012).

## CONCLUSÕES

A concentração de cátions hidrossolúveis na parte aérea da cultura do milho não foi influenciada pela aplicação de calcário e silicato após 36 meses da correção do solo.

A condutividade elétrica dos extratos vegetais não detectou diferenças nos teores e na somatória de cátions hidrossolúveis na planta de milho.

## AGRADECIMENTOS

À Capes pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao sexto autor.

## REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **International Plant Nutrition Institute – Brazil**. In: Informações Agronômicas n.141, Piracicaba. 2013.

CASSIOLATO, M. E. et al. Evaluation of oat extracts on the efficiency of lime in soil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, n. 05, p. 533-536, 2000.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; MENEGALE, M. L. C. Calagem e silicatagem superficiais e a disponibilidade de cátions hidrossolúveis em culturas anuais e braquiária. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 740-748, 2012.

DEREN, C.W.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. & MARTIN, F.G. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. **Crop Science**, v. 34, p. 733-37, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 353 p., 2013.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400 p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Ameliorating soil acidity of tropical oxisols by liming for sustainable crop production. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 99, p. 345-399, 2008.

FRANCHINI, J. C. et al. Organic composition of green manures during growth and its effect on cation mobilization in an acid Oxisol. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v. 34, n. 13, p. 2045-2058, 2003.

FRANCHINI, J. C. et al. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 533-542, 1999.

HUE, N.V.; CRADDOCK, G.R. & ADAMS, F. Effect of organics acids on aluminum toxicity in subsoils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 50, p. 28-34, 1986.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. 2.ed. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 1).

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, v. 2, 168 p., 1994.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; FRANCHINI, J. C. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Informações Agronômicas**, n. 92, p. 01-08, 2000.

RAIJ, B. van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Cátions



hidrossolúveis na parte aérea de culturas anuais mediante aplicação de calcário e gesso em superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 01, p. 81-90, 2007.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 395-401, 2001.

ZIGLIO, C.M.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Formas orgânicas e inorgânicas de mobilização do cálcio no solo. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, p. 257-262, 1999.

**Tabela 1.** Teores de cátions solúveis, somatória dos cátions ( $\Sigma$ ) e condutividade elétrica (CE) do extrato vegetal das plantas de milho na época do florescimento masculino, após 36 meses da aplicação superficial de corretivos em sistema plantio direto.

Tratamento	Cátions Solúveis								CE
	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Cu	Fe	Zn	$\Sigma$	
<b>Corretivos</b>	(mmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )								μS cm <sup>-1</sup>
<b>Controle</b>	148 a	143 a	118 a	1,8 a	0,2 a	0,2 a	0,2 a	410 a	1078 a
<b>Calcário</b>	148 a	142 a	139 a	1,7 a	0,2 a	0,2 a	0,2 a	430 a	1067 a
<b>Silicato</b>	145 a	129 a	141 a	1,4 a	0,2 a	0,2 a	0,3 a	416 a	1166 a
<b>Probabilidade F</b>	0,95 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>

\* e ns significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste t (p<0,05).

## Compartimentalização e redistribuição de macronutrientes em milho cultivado sob dois níveis de investimento em adubação

Carine Gregório Machado Silva<sup>(1)</sup>; Álvaro Vilela de Resende<sup>(2)</sup>; Aaron Martínez Gutiérrez<sup>(3)</sup>; Gabriela Oliveira Almeida<sup>(3)</sup>; Eduardo de Paula Simão<sup>(4)</sup>; Lauro José Moreira Guimarães<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Estudante de mestrado; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; Sete Lagoas, MG; carine.greg@gmail.com; <sup>(2)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; alvaro.resende@embrapa.br; <sup>(3)</sup>Estudante de mestrado; UFSJ; <sup>(4)</sup>Estudante de doutorado; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG .

**RESUMO:** Conhecer a demanda por nutrientes e como eles estão distribuídos na planta fornece dados importantes para subsidiar o manejo de adubação. O objetivo desse estudo foi avaliar a absorção, compartimentalização e redistribuição de macronutrientes pelo milho em ambientes com médio e alto investimento em adubação. Foram cultivados os híbridos DKB 310 PRO 2, BRS 1040 e 11873. Foram coletadas plantas nos estádios R2 e R6, separando em folhas, colmo, palha da espiga, sabugo e grãos, para determinação do acúmulo de macronutrientes. As folhas são o principal compartimento de reserva e redistribuição de N e S. Todos os compartimentos da planta atuam como fonte do P direcionado aos grãos. O colmo é o local preferencial de acumulação de K quando há maior fornecimento deste nutriente. O colmo, e não a folha, funciona como fonte na redistribuição de Ca e Mg na planta durante a formação dos grãos. Em média, a colheita dos grãos exporta, respectivamente, 48, 64, 21, 1, 19 e 42 % do N, P, K, Ca, Mg e S absorvidos pela cultura do milho. A maior extração de nutrientes pelo milho cultivado sob alto investimento em adubação não garante incremento na produtividade de grãos.

**Termos de indexação:** Acúmulo de nutrientes, remobilização, exportação de nutrientes.

### INTRODUÇÃO

O aumento expressivo da produtividade de milho nos últimos anos é devido às mudanças no manejo cultural, de adubação e, principalmente à utilização de cultivares modernas, em áreas com adoção de técnicas que permitem a intensificação do sistema de produção, como o plantio direto e a rotação de culturas. Essas técnicas auxiliam na conservação do solo e promovem aumento da produtividade.

Devido ao avanço do melhoramento genético, os híbridos de milho disponíveis apresentam-se com potencial produtivo cada vez mais elevado e, portanto, é de se esperar que ao longo do tempo ocorram mudanças nos padrões de exigência nutricional da cultura. Via de regra, as maiores

produtividades são alcançadas em lavouras com médio a alto investimento em adubação, mas a real exigência da cultura em cada situação nem sempre é conhecida.

Nesse contexto, além de quantificar a extração, é importante identificar as épocas de maior demanda dos nutrientes e como eles são distribuídos na planta (Duarte et al., 2003). A partir desses dados é possível planejar adubações mais eficientes, fornecendo nutrientes na quantidade correta, evitando gastos desnecessários e perdas no sistema, diminuindo o risco de contaminação ambiental.

O objetivo desse estudo foi avaliar a absorção, compartimentalização e redistribuição de macronutrientes no início do enchimento de grãos e na maturação fisiológica do milho, quando cultivado em ambientes com médio e alto investimento em adubação.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob irrigação complementar na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, na safra 2014/2015, em um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso (Embrapa, 2013). A área experimental vem sendo mantida sob plantio direto há cinco safras, com cultivos de soja, milho, feijão e plantas de cobertura (milheto e crotalária).

A área é dividida em dois ambientes condicionados sob médio ou alto investimento tecnológico em adubação. Para o estabelecimento do ambiente de alto investimento, na safra 2011/2012 foram realizadas aplicações a lanço de superfosfato simples (100 kg ha<sup>-1</sup>), cloreto de potássio (200 kg ha<sup>-1</sup>), óxido de magnésio (429 kg ha<sup>-1</sup>) e FTE BR 10 (50 kg ha<sup>-1</sup>), com o objetivo de se elevar a condição de fertilidade do solo. Após a aplicação desses fertilizantes, foram realizadas ainda outras práticas culturais conforme apresentado por Padilha (2014).

A partir da safra 2011/2012, em todos os experimentos conduzidos, o ambiente de alto investimento recebeu maior adubação de

manutenção. Na entressafra de 2014, foi cultivado feijão nos dois ambientes, apenas com utilização de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N (sulfato de amônio) em cobertura, sendo realizada irrigação complementar. Em novembro de 2014, foram realizadas no ambiente de alto investimento aplicações de 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, 1 t ha<sup>-1</sup> de gesso e 200 kg ha<sup>-1</sup> de uma mistura 3:1 de cloreto de potássio e FTE BR 12.

No presente experimento, para cada ambiente (níveis de investimento em adubação), o delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas de quatro linhas de 6 m de comprimento espaçadas 0,5 m entre si. Como área útil, consideraram-se as duas linhas centrais. Foram avaliados três genótipos de milho: DKB 310 PRO 2 (híbrido comercial transgênico), BRS 1040 (híbrido comercial convencional) e 11873 (híbrido simples experimental, da Embrapa).

No tratamento de sementes para o ambiente de alto investimento, utilizou-se um inseticida (350 mL 100 kg<sup>-1</sup>) com os princípios ativos imidacloprido (150 g L<sup>-1</sup>) e tiodicarbe (450 g L<sup>-1</sup>), mais o fertilizante multinutriente Biozyme® (600 mL 100 kg<sup>-1</sup>). Para o ambiente de médio investimento, as sementes receberam somente o inseticida.

A semeadura foi realizada no dia 17/12/2014, utilizando 340 e 500 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 08-28-16 + 0,3% de B nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente. Empregou-se uma semeadora de parcelas, com distribuição de 70.000 sementes por hectare. Quando as plantas atingiram o estágio fenológico V4, foi realizada uma adubação de cobertura em todo o experimento, com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia.

No ambiente de alto investimento, foram realizadas ainda mais duas adubações de cobertura, fornecendo-se 70 kg ha<sup>-1</sup> de N e de K<sub>2</sub>O (NPK 20-00-20) em V5, e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N mais 44 kg ha<sup>-1</sup> de S (sulfato de amônio) no estágio V7. Ainda em V7, foi realizada uma adubação foliar com uma mistura dos fertilizantes Biozyme® (2 L ha<sup>-1</sup>), fosfato monoamônico - MAP (2,5 kg ha<sup>-1</sup>) e nitrato de cálcio (1,5 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando pulverizador costal.

Em janeiro de 2015 foi realizada amostragem de solo de 0 a 20 cm de profundidade para caracterizar a condição de fertilidade em cada ambiente de investimento em adubação (Tabela 1).

Foram coletadas plantas em cada parcela nos estádios fenológicos R2 (início do enchimento de grãos) e R6 (maturação fisiológica). As plantas foram cortadas rente ao solo e separadas em folha, colmo, palha, sabugo e grãos. As amostras foram secas em estufa a 65 °C e pesadas para quantificação da massa seca, sendo em seguida trituradas e analisadas quanto aos teores de N, P,

K, Ca, Mg e S, segundo metodologias descritas em Silva (2009). A partir desses teores e da massa seca em cada amostra, foram calculados os respectivos acúmulos de macronutrientes, de modo a determinar sua compartimentalização na planta de milho.

**Tabela 1.** Condições de fertilidade do solo (0-20 cm de profundidade) em ambientes com médio e alto investimento em adubação, aos 20 dias após a semeadura do milho, no estágio V5.

Atributo	Ambiente/Investimento	
	Médio	Alto
Mat.Org. (dag kg <sup>-1</sup> )	4,1	3,9
pH em água	6,1	6,0
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0	0
H+Al (cmol <sub>c</sub> cm <sup>-3</sup> )	5,6	6,8
P Mehlich (mg dm <sup>-3</sup> )	14	22
K (mg dm <sup>-3</sup> )	45	159
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,2	5,7
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,0	1,2
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	12,9	14,1
V (%)	57	52
m (%)	0	0
S (mg dm <sup>-3</sup> )	4	15
B (mg dm <sup>-3</sup> )	1,1	1,8
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	0,9	0,5
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	28	19
Mn (mg dm <sup>3</sup> )	54	9
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	3	4

Os dados foram submetidos a análises de variância conjunta, a fim de se verificar a existência de interação entre híbridos e ambientes de investimento em adubação. Utilizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5 % de probabilidade para a comparação de tratamentos, com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram verificadas diferenças significativas de acúmulo de nutrientes entre os ambientes de cultivo, para alguns dos compartimentos da planta, nas duas épocas avaliadas (Tabelas 2 e 3).

No estágio R2 (início do enchimento de grãos), observou-se maior acúmulo de N, K, Mg e S nas folhas, e N, K e S nos colmos do milho em resposta ao ambiente com maior investimento em adubação. Porém, nesta fase do ciclo, a espiga ainda não



expressava efeitos da disponibilidade diferenciada de nutrientes entre os dois ambientes (Tabela 2). Na maturação fisiológica (estádio R6), acentuaram-se as diferenças, com reflexos inclusive no compartimento palha + sabugo, que sob alto investimento em adubação apresentou maior acúmulo de todos os macronutrientes, exceto Ca. Os grãos tiveram acúmulo diferenciado de N e S entre os ambientes (Tabela 3).

Conforme esperado, as plantas cultivadas no ambiente com maior aporte de fertilizantes absorveram maiores quantidades totais de nutrientes, exceto para Ca e Mg em R2, para os quais as quantidades acumuladas foram superiores no ambiente de médio investimento. Esse comportamento provavelmente foi devido à quantidade mais elevada de K fornecida no ambiente de alto investimento, que acabou por inibir a absorção de Ca e Mg.

A quantidade de N acumulada nas folhas em R2 foi bastante superior em relação aos demais compartimentos (Tabela 2), sendo que ao final do ciclo (estádio R6) houve forte redistribuição para outras partes, principalmente para os grãos (Tabela 3). Essa redistribuição drenou 66 e 61 % do N foliar nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente. De acordo com Bender et al. (2013) aproximadamente 50 % do total de N absorvido pelo milho é redirecionado para os grãos. No presente trabalho, esse valor foi de 49 e 47 %, respectivamente, para médio e alto investimento em adubação (Tabela 3).

Mais de 70 % da quantidade de P nas folhas e mais de 40 % desse nutriente presente nos colmos em R2 foram direcionados para os grãos (Tabelas 2 e 3). Ao final do ciclo a quantidade de P nos grãos correspondeu a 67 e 60 % do total absorvido nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente. Esses índices de exportação revelam uma tendência de redução em comparação ao reportado na literatura mais antiga, na qual os valores chegam a até 90 % com a colheita dos grãos (Vasconcellos et al., 1983; Coelho & França, 1995).

O colmo é o principal local de acumulação de K na planta de milho, conforme se observa para o ambiente de alto investimento em adubação, e aí tende a permanecer, uma vez que os processos de redistribuição ou de perda por lavagem ocorrem de forma mais intensa a partir do K presente nas folhas (Tabela 2). É interessante notar que o milho chegou à maturação fisiológica com aproximadamente 77 % da quantidade de K que havia absorvido até R2 no ambiente de alto investimento, havendo, portanto, perda do nutriente na fase de senescência da cultura. Esse comportamento é comum e Büll (1993) relata que as plantas de milho podem chegar ao

final do ciclo com até a metade da quantidade máxima de K acumulada anteriormente.

Em ambos ambientes houve incremento do acúmulo de Ca e Mg nas folhas entre R2 e R6, e a mobilização para os grãos ocorreu principalmente a partir do colmo (Tabela 2). O Ca apresenta baixíssima mobilidade na planta (Malavolta et al., 1997) e a porcentagem de redistribuição das folhas e colmos do milho para outros compartimentos é muito pequena. De acordo com Vasconcellos et al., (1998), 3 a 5 % do total do Ca absorvido é alocado nas partes reprodutivas. No presente estudo, os grãos acumularam menos de 1% do total de Ca presente na planta (Tabela 3), sendo o macronutriente exportado em menor quantidade ( $0,4 \text{ kg ha}^{-1}$ ). A exportação de Mg variou de 18 a 20% do absorvido ( $8 \text{ a } 9 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

As folhas foram o principal local de reserva e redistribuição do S absorvido e o maior investimento em adubação proporcionou níveis mais elevados de armazenamento do nutriente em todos os compartimentos (Tabelas 2 e 3). Os grãos receberam 40% ou mais do S acumulado pela planta e a exportação variou de 9 a  $10 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Apesar da maior extração de nutrientes, a média de produtividade de grãos dos híbridos não foi superior no ambiente de alto investimento em adubação, revelando provável consumo de luxo, principalmente de N e K. Na média dos dois ambientes, o híbrido DKB 310 PRO 2 foi significativamente mais produtivo ( $13.219 \text{ kg ha}^{-1}$ ) que o BRS 1040 ( $9.013 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e o 11873 ( $8.933 \text{ kg ha}^{-1}$ ), os quais não diferiram entre si.

### CONCLUSÕES

As folhas são o principal compartimento de reserva e redistribuição de N e S.

Todos os compartimentos da planta atuam como fonte do P direcionado aos grãos.

O colmo é o local preferencial de acumulação de K quando há maior fornecimento deste nutriente.

O colmo, e não a folha, funciona como fonte na redistribuição de Ca e Mg na planta durante a formação dos grãos.

Em média, a colheita dos grãos exporta, respectivamente, 48, 64, 21, 1, 19 e 42 % do N, P, K, Ca, Mg e S absorvidos pela cultura do milho.

A maior extração de nutrientes pelo milho cultivado sob alto investimento em adubação não garante incremento na produtividade de grãos.

### AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo auxílio financeiro e concessão de bolsa de estudo.

### REFERÊNCIAS

BENDER, R. R., HAEGELE, J. W., RUFFO, M. L., & BELOW, F. E. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal*, v.105, n.1, p.161-170, 2013.

BULL, L. T. **Nutrição mineral do milho**. In: Bull, L. T., & Cantarella, H (Ed.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba. 1993. p.63-145.

COELHO, A. M., & FRANÇA, G. D. Seja o Doutor do seu Milho. *Arquivo do agrônomo* n°2 Potafos, 1995.

DUARTE, A. P., KIEHL, J. D. C., CAMARGO, M. A. F. D., & RECO, P. C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.3, 2003.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2013. 412p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

PADILHA, F. A., Desempenho de híbridos de milho em dois níveis de investimento tecnológico na região de Sete Lagoas – MG. 2014. 72p. **Dissertação** (Mestrado), Universidade federal de São João Del Rei, Sete Lagoas.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 370p. (Embrapa Solos. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia).

VASCONCELLOS, C. A., VIANA, M. C. M., & FERREIRA, J. J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.11, p.1835-1845, 1998.

**Tabela 2.** Acúmulo equivalente de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg e S (kg ha<sup>-1</sup>) em compartimentos da planta de milho no estágio fenológico R2, em ambientes com médio e alto investimento em adubação. Média de três híbridos.

Nutriente	Compartimento							
	Total		Folha		Colmo		Palha + sabugo + grãos	
	Ambiente/ Investimento		Ambiente/ Investimento		Ambiente/ Investimento		Ambiente/ Investimento	
	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto
N	276 b	363 a	126 b (66)	156 a (61)	68 b (14)	125 a (36)	83 (57)	82 (43)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	64	70	22 (75)	27 (70)	15 (43)	19 (41)	27 (76)	24 (58)
K <sub>2</sub> O	173 b	389 a	78 b (75)	118 a (53)	54 b (0)	230 a (29)	42 (24)	41 (4)
Ca	58	52	33 (0)	29 (0)	21 (15)	19 (13)	4 (37)	3 (0)
Mg	52	41	17 b (0)	12 a (0)	28 (43)	23 (34)	8 (53)	7 (15)
S	17	21	8 b (38)	10 a (32)	4 b (7)	6 a (17)	5 (53)	5 (27)

Para cada variável, médias seguidas de letras distintas diferem entre os ambientes de investimento pelo teste de Scott-Knott a 5%. \*Valor entre parêntesis corresponde ao percentual do nutriente redistribuído para outros compartimentos entre os estádios R2 e R6.

**Tabela 3.** Acúmulo equivalente de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg e S (kg ha<sup>-1</sup>) em compartimentos da planta de milho no estágio fenológico R6, em ambientes com médio e alto investimento em adubação. Média de três híbridos.

Nutriente	Compartimento									
	Total		Folha		Colmo		Palha + sabugo		Grãos	
	Ambiente / Investimento		Ambiente / Investimento		Ambiente / Investimento		Ambiente / Investimento		Ambiente / Investimento	
	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto	Médio	Alto
N	266 b	359 a	43 b (16)	62 a (17)	58 b (22)	80 a (22)	35 b (13)	47 a (13)	131b(49)	172a(47)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	63 b	73 a	6 b (9)	8 a (11)	9 (14)	11 (15)	6 b (10)	10 a (14)	42 (67)	44 (60)
K <sub>2</sub> O	145 b	298 a	20 b (14)	56 a (19)	54 b (37)	164 a (55)	31 b (22)	40 a (13)	40 (28)	39 (13)
Ca	57	57	37 (64)	36 (63)	18 (31)	17 (30)	3 (4)	4 (7)	0,4 (1)	0,4 (1)
Mg	44	43	17 (38)	14 (33)	16 (36)	15 (34)	4 b (8)	6 a (13)	8 (18)	9 (20)



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

S      20 b      25 a      5 b (25)      7 a (27)      4 b (20)      5 a (20)      2 b (12)      3 a (14)      9 b (43)      10 a (40)

Para cada variável, médias seguidas de letras distintas diferem entre os ambientes de investimento pelo teste de Scott-Knott a 5%.

\*Valor entre parêntesis corresponde ao percentual do nutriente acumulado em cada compartimento em relação ao total absorvido.

## Compartimentalização e Redistribuição de Zinco em Plantas de Milho sob Dois Níveis de Adubação em Latossolo no Cerrado

**Aarón Martínez Gutiérrez<sup>(1)</sup>; Carine Gregório Machado Silva<sup>(1)</sup>; Álvaro Vilela de Resende<sup>(2)</sup>; Eduardo de Paula Simão<sup>(3)</sup>; Denize Carvalho Martins<sup>(3)</sup>; Paulo Evaristo Oliveira Guimarães<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias - PPGCA; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; Sete Lagoas – MG; E-mail aaron\_0715@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas – MG; E-mail alvaro.resende@embrapa.br; <sup>(3)</sup> Doutorado(a) em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa – MG.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi caracterizar os compartimentos de acúmulo e a redistribuição do Zn absorvido pelo milho. Foram cultivados três genótipos de milho, sendo um transgênico e dois convencionais, em ambientes com alto e médio investimento em adubação. Nos estádios R2 (início do enchimento de grãos) e R6 (maturação fisiológica), foram coletadas plantas para quantificação da extração de Zn nos terços inferior, médio e superior, separando-se as folhas e colmos, além da palha, sabugo e grãos. O milho direciona o Zn absorvido para o terço superior da planta, mas, em condições de maior suprimento, as partes inferiores funcionam como órgãos de reserva. O colmo armazena 23 a 42%, a palha da espiga 19 a 26% e os grãos de 29 a 33% do Zn absorvido. A maior disponibilidade Zn no ambiente de alto investimento em adubação incrementa significativamente a extração total, mas não influencia os teores nos grãos e a exportação do micronutriente, que corresponde a cerca de 16 g t<sup>-1</sup>.

**Termos de indexação:** Micronutriente, remobilização, nutrição vegetal, demanda nutricional

### INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que afetam a produtividade do milho, é frequente o manejo inadequado da adubação. Requeridos pelas plantas em pequenas quantidades, os micronutrientes ganham importância crescente para o desenvolvimento das culturas à medida que se buscam maiores produtividades. A fertilização deve ser equilibrada a fim de atender à demanda de nutrientes da cultura, sendo necessária sua reposição também para manter a fertilidade do solo adequada aos cultivos subsequentes.

A agricultura brasileira, especialmente no cerrado, está sujeita a deficiências ou desequilíbrios de micronutrientes em função da baixa fertilidade natural do solo, da exportação pelas colheitas, ou

pelo uso excessivo de calcário e adubos fosfatados que contribuem para a insolubilização de micronutrientes como o zinco (Bataglia & Raij, 1989). Isso exige maior atenção no manejo da adubação, evitando criar situações que dificultam a absorção dos micronutrientes pelas plantas.

A deficiência de zinco (Zn) compreende uma das principais limitações nutricionais em áreas do cerrado (Malavolta et al., 1997; Gonçalves Júnior et al., 2006), o que pode provocar diminuição da produtividade, sendo o milho uma das culturas mais sensíveis. Dessa forma, conhecer o comportamento do Zn no sistema solo-planta é de especial interesse quando se visa alto potencial produtivo, tornando relevante caracterizar a demanda de extração, a dinâmica interna na planta e a exportação pelo milho em diferentes sistemas de cultivo ou níveis de investimento tecnológico.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os compartimentos de acúmulo e a redistribuição do zinco absorvido pelo milho, quando cultivado sob dois níveis de adubação em Latossolo da região do Cerrado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no ano agrícola 2014/2015, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, situada a 19°28'30" de latitude S, 44°15'08" de longitude W, a uma altitude de 732 m, em Sete Lagoas – MG. A área experimental é constituída de Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2013), com textura muito argilosa (660 g kg<sup>-1</sup> de argila).

Foram cultivados três genótipos de milho, sendo um transgênico (híbridos simples DKB 310 PRO 2) e dois convencionais (híbrido experimental 11873 e BRS 1040, da Embrapa), em ambientes com alto e médio investimento em adubação. Em cada ambiente, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas constituíram-se de quatro linhas de 6 m de



comprimento, espaçadas de 0,5 m, sendo considerada como área útil as duas linhas centrais com bordaduras de um metro nas extremidades (4 m<sup>2</sup>). Previamente à instalação do experimento, foram aplicados a lanço no ambiente de alto investimento 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, 1 t ha<sup>-1</sup> de gesso e 200 kg ha<sup>-1</sup> de mistura 3:1 de cloreto de potássio e FTE BR 12, com a finalidade de proporcionar condições diferenciais de fertilidade do solo naquele ambiente.

Também no ambiente de alto investimento, as sementes foram tratadas com o inseticida Cropstar® (350 mL 100 kg<sup>-1</sup>) mais o fertilizante Biozyme® (600 mL 100 kg<sup>-1</sup>), que contém 2,43% de Zn. No caso do ambiente de médio investimento, as sementes receberam somente o inseticida. Na adubação de semeadura, foram utilizados 500 e 340 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 08-28-16 + 0,3% de B, para alto e médio investimento, respectivamente.

A primeira adubação de cobertura para ambos os ambientes, foi de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N (200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia) no estágio V4. No ambiente de alto investimento, foram realizadas ainda mais duas adubações de cobertura, fornecendo-se 70 kg ha<sup>-1</sup> de N e de K<sub>2</sub>O (350 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 20-00-20) no estágio fenológico V5, e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N + 44 kg ha<sup>-1</sup> de S (200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio) no estágio V7. Por fim, ainda no estágio V7, neste ambiente foi realizada uma adubação foliar com uma mistura dos fertilizantes Biozyme® (2 L ha<sup>-1</sup>), fosfato monoamônico - MAP (2,5 kg ha<sup>-1</sup>) e nitrato de cálcio (1,5 kg ha<sup>-1</sup>), utilizando pulverizador costal. No estágio V9, os teores de Zn (extrator Mehlich 1) na camada de 0 a 20 cm de profundidade eram de 5,4 e 3,4 mg dm<sup>-3</sup> nos ambientes de alto e médio investimento, respectivamente.

Nos estádios R2 (início do enchimento de grãos) e R6 (maturação fisiológica), foram coletadas plantas em cada parcela para análise de tecidos e quantificação da extração de zinco. As plantas foram cortadas rente ao solo e fragmentadas em terço inferior, médio e superior, separando-se as folhas e colmos dessas partes, além da palha, sabugo e grãos (este último somente em R6). As amostras das diferentes partes da planta foram secas em estufa a 65°C até ficarem com peso constante. Na sequência, foram pesadas, moídas e enviadas ao laboratório para as determinações dos teores de Zn, segundo metodologia descrita em Silva (2009). A partir do teor de Zn e massa seca, foi calculado o acúmulo do micronutriente em cada compartimento, expressando os resultados por hectare, admitindo-se uma população de 70 mil plantas. Após a colheita da área útil, determinou-se a produtividade de grãos com 13% umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para verificar a existência de

interação entre híbridos e ambientes de investimento em adubação. Utilizou-se o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre ambientes de investimento em adubação e híbridos para teor ou acúmulo de Zn nos compartimentos avaliados nas plantas de milho, tanto no enchimento de grãos (R2) quanto na maturação fisiológica (R6). Em alguns casos, detectou-se efeito isolado de ambiente e, em outros, efeito de híbridos. Assim sendo, optou-se por apresentar os resultados considerando a média dos valores expressos pelos três híbridos, de modo a se obter uma caracterização do Zn absorvido em função dos dois ambientes de adubação (Tabelas 1, 2 e 3).

Observa-se que os teores de Zn nas folhas no estágio R2 variaram de 15,2 a 38,1 mg kg<sup>-1</sup> nos ambientes de médio e alto investimento, respectivamente (Tabela 2), enquadrando-se na faixa considerada adequada para a cultura do milho, entre 15 e 100 mg kg<sup>-1</sup> (Bull, 1993; Raji & Cantarella, 1996). Entretanto, as folhas superiores é que expressaram os teores mais elevados. Essa mesma tendência foi observada para as partes do colmo.

Diferenças estatisticamente significativas devido aos ambientes de investimento em adubação foram detectadas para o teor e acúmulo de Zn no estágio R2 apenas nas folhas e colmo dos terços médio e inferior (Tabela 2). Desse modo, constata-se que o milho prioriza a alocação desse micronutriente para as partes mais jovens e, mesmo sob condições de menor disponibilidade (médio investimento em adubação), consegue manter o terço superior mais bem suprido em relação ao restante da planta. Por outro lado, percebe-se que em condições de maior fornecimento (alto investimento em adubação) o Zn é armazenado nas partes mais velhas, sobretudo no terço inferior do colmo.

Verifica-se que no período até a maturação fisiológica (estádio R6) ocorreram alterações substanciais na distribuição do Zn entre os compartimentos da planta (Tabelas 1 e 3) em comparação ao existente em R2 (Tabela 2). O novo dreno criado para a formação dos grãos fez com que houvesse redistribuição do Zn que havia sido acumulado nas partes vegetativas, notadamente nas folhas. Com o desenvolvimento das espigas, houve redução da proporção de Zn acumulado nas folhas e nos colmos. Segundo Jurkowska et al. (1990), quanto maior o teor no tecido vegetativo, maior é a remobilização e acúmulo deste micronutriente nos grãos.

Para todos os ambientes e épocas de amostragem, o colmo mostra-se como importante repositório de Zn, armazenando de 23 a 42 % do que foi alocado na parte aérea. No estágio de maturação fisiológica, a espiga passa a constituir o principal local de acúmulo de Zn (Tabela 3). É interessante notar que, após os grãos, a palha da espiga é o compartimento que isoladamente estoca mais Zn, representando cerca de um quarto do acúmulo total. Assim como os grãos, a palha acaba

**Tabela 1.** Variação relativa (%) do Zn acumulado entre os estádios R2 e R6, em diferentes compartimentos da planta de milho, sob dois níveis de investimento em adubação. Média de três híbridos.

Compartimento	Investimento em adubação	
	Alto	Médio
Folha inferior	-46,7	-33,5
Folha média	-44,0	-48,7
Folha superior	-23,4	-49,7
Colmo inferior	-49,2	-8,0
Colmo médio	-18,9	-2,0
Colmo superior	35,0	-1,6
Palha	60,6	63,6
Sabugo	6,8	-13,9
Planta inteira	32,4	46,2

representando um forte dreno de Zn, visto que há incremento de mais de 60% no conteúdo do micronutriente na palha entre os estádios R2 e R6 (Tabela 1).

A extração de Zn pelo milho perdura até o final do ciclo, sendo que um terço ou mais da absorção total ocorre tardiamente, a partir do início do enchimento de grãos até a maturação. Do total de 563 e 493 g ha<sup>-1</sup> de Zn acumulados na planta inteira no estádio R6, 61,1 e 66,4 % foram direcionados para as espigas, nos ambientes alto e médio investimento, respectivamente. Esse resultado reforça os relatos de que o Zn é o micronutriente que acumula mais nas espigas em relação à planta inteira (Duarte et al., 2003).

No presente estudo, a maior disponibilidade de Zn no ambiente de alto investimento incrementou significativamente a extração total, mas não influenciou os teores nos grãos ou a exportação do micronutriente (Tabelas 2 e 3). Na média dos híbridos, não houve efeito do nível de adubação sobre a produtividade de grãos, a qual foi 10,7 e 10,0 t ha<sup>-1</sup> para alto e médio investimento, respectivamente, resultando em potencial de exportação de 165 e 162 g ha<sup>-1</sup> de Zn com a colheita dos grãos. Essas quantidades corresponderam a 29,4 e 32,9 % do total acumulado na parte aérea, para os ambientes de alto e médio investimento tecnológico, respectivamente (Tabela 3). As quantidades de Zn presentes nos grãos estão próximas à obtida por Martínez et al. (2015), que foi de 182 g ha<sup>-1</sup> para uma produtividade de 12,9 t ha<sup>-1</sup>, na média de 10 híbridos. Se assemelham também ao valor de 170 g ha<sup>-1</sup> relatado por Malavolta et al. (1997), para uma produtividade de 9,0 t ha<sup>-1</sup>.

Todavia, tanto a proporção extraída pelas plantas a partir da fase de enchimento da espiga quanto o percentual do Zn absorvido que foi alocado nos grãos foram de menor magnitude em comparação aos padrões encontrados por Bender et al. (2013), ao avaliarem o comportamento de seis híbridos transgênicos em dois locais dos EUA, com produtividade ao redor de 12 t ha<sup>-1</sup>. Esses autores observaram que 52% da absorção total ocorreu após o florescimento e que o acúmulo nos grãos correspondeu a 62% do Zn extraído. Tais variações reforçam a necessidade de mais estudos regionalizados, que considerem os efeitos de cultivares, ambientes, tratos culturais e potencial produtivo, de modo a aprimorar os conhecimentos e subsidiar melhorias no manejo de micronutrientes na cultura do milho.

## CONCLUSÕES

O milho direciona o Zn absorvido para o terço superior da planta, mas, em condições de maior suprimento, as partes inferiores funcionam como órgãos de reserva.

O colmo armazena 23 a 42%, a palha da espiga 19 a 26% e os grãos de 29 a 33% do Zn absorvido.

A maior disponibilidade Zn no ambiente de alto investimento em adubação incrementa significativamente a extração total, mas não influencia os teores nos grãos e a exportação do micronutriente, que corresponde a cerca de 16 g t<sup>-1</sup>.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro. Ao CONACYT do México, pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. V. Eficiência de extratores de micronutrientes na análise do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 205-212, 1989.
- BENDER, R.R HAEGELE, J.W; RUFFO, M.L; BELOW, F.E. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. **Agronomy Journal** 105:161-170. 2013.
- DUARTE, A.P.; KIEHL, J.C.; CAMARGO, M.A.F. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.1-20, 2003.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042. 2011.

GONÇALVES JUNIOR, A.C. et al. Avaliação de extratores e fitodisponibilidade de zinco para a cultura do milho em Latossolo Vermelho eutroférico. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 7-12, 2006.

JURKOWSKA, H.; WISNIEWSKA-KIELIAN, B.; ROGOZ, A.; WOJCIECHOWICZ, T. The effect of N-fertilization rate on the levels of mineral components in various plant species: Part II. Microelements. **Rolnictwo Z**, v.29, p.51-64, 1990.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios**

e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARTINEZ, A. G.; PADILHA, F. A.; SILVA, C. G. M.; RESENDE, A.V.; MOREIRA, S.G.; SIMAO, E. Teor nos grãos e exportação de micronutrientes pelo milho em dois níveis de investimento tecnológico.. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal - RN. O Solo e suas Múltiplas Funções. **Anais...** Natal - RN: SBCS/EPARN, 2015. p. 1-4.

SILVA, C.S. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

**Tabela 2.** Teor ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), acúmulo ( $\text{g ha}^{-1}$ ) e acúmulo relativo (%) de Zn em diferentes compartimentos da planta de milho no estágio R2, sob dois níveis de investimento em adubação. Média de três híbridos.

Compartimento	Investimento em adubação					
	Alto			Médio		
	Teor	Acúmulo	Ac. relativo	Teor	Acúmulo	Ac. relativo
Folha inferior	24,4 a	35,4 a	8,3	15,2 b	19,1 b	5,7
Folha média	20,0 a	40,3 a	9,5	18,1 b	34,3 b	10,2
Folha superior	38,1 a	46,4 a	10,9	37,5 a	42,5 a	12,6
Colmo inferior	13,6 a	79,6 a	18,7	9,0 b	48,0 a	14,2
Colmo médio	25,0 a	54,4 a	12,8	17,6 b	35,0 b	10,4
Colmo superior	39,3 a	42,4 a	10,0	35,8 a	36,2 a	10,8
Palha	30,3 a	80,9 a	19,0	28,2 b	77,5 a	23,0
Sabugo	38,2 a	45,5 a	10,7	35,2 a	44,4 a	13,2
Total	-	425,0 a	100	-	337,0 b	100

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Teor ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), acúmulo ( $\text{g ha}^{-1}$ ) e acúmulo relativo (%) de Zn em diferentes compartimentos da planta de milho no estágio R6, sob dois níveis de investimento em adubação. Média de três híbridos.

Compartimento	Investimento em adubação					
	Alto			Médio		
	Teor	Acúmulo	Ac. relativo	Teor	Acúmulo	Ac. relativo
Folha inferior	21,1 a	18,9 a	3,4	14,5 b	12,7 b	2,6
Folha média	13,2 a	22,5 a	4,0	11,7 b	17,6 b	3,6
Folha superior	28,9 a	35,6 a	6,3	23,4 b	21,4 b	4,3
Colmo inferior	8,9 a	40,4 a	7,2	10,2 a	44,1 a	9,0
Colmo médio	15,2 a	44,1 a	7,8	16,8 a	34,3 a	7,0
Colmo superior	48,8 a	57,3 a	10,2	41,9 b	35,7 a	7,2
Palha	51,5 a	130,0 a	23,1	51,0 a	126,8 a	25,7
Sabugo	26,3 a	48,6 a	8,6	21,5 b	38,2 b	7,8
Grão	15,4 a	165,2 a	29,4	16,0 a	161,9 a	32,9
Total	-	563,0 a	100	-	493,0 b	100

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade.





## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Componentes da produção e produtividade de grãos de milho em função da calagem e gessagem superficial

**Pietro Hunger Micheri<sup>(1)</sup>; Claudio Hideo Martins da Costa<sup>(2)</sup>; Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>(3)</sup>; Jayme Ferrari Neto<sup>(1)</sup>; Katiuça Sueko Tanaka<sup>(1)</sup>; Murilo de Souza<sup>(1)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; Botucatu, SP; [phmicheri@yahoo.com.br](mailto:phmicheri@yahoo.com.br); <sup>(2)</sup> Professor; Universidade Federal de Goiás – Regional de Jataí; Jataí, GO; <sup>(3)</sup> Professor; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; Botucatu, SP;

**RESUMO:** O uso da calagem e gessagem levam a modificação química e estrutural dos solos, envolvidos na resposta à componentes da produção e a produtividade de grãos nas culturas. Com o objetivo de avaliar os benefícios, como a nutrição e produtividade de grãos da cultura do milho, decorrentes da aplicação de calcário e gesso agrícola na superfície, em sistema de plantio direto (SPD) consolidado, em região de inverno seco, esse trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu (SP), dando continuidade a um projeto de pesquisa que vem sendo conduzido desde o ano agrícola de 2002/03. A semeadura do milho foi realizada em dezembro de 2011. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por: 1 - controle, 2 - aplicação de calcário ( $2.000 \text{ kg ha}^{-1}$ ), 3 - aplicação de gesso ( $2.100 \text{ kg ha}^{-1}$ ), e 4 - aplicação de calcário + gesso ( $2.000 \text{ kg ha}^{-1} + 2.100 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Foram realizadas as seguintes avaliações: teores de nutrientes, população de plantas, componentes da produção e produtividade de grãos de Milho. A utilização da calagem e gessagem superficial melhora a nutrição da cultura do milho, e reflete diretamente nos componentes da produção e consequentemente em maiores produtividades de grãos.

**Termos de indexação:** calcário, gesso, *Zea mays*, nutrição plantas.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, o cerrado é a principal região produtora de grãos do país, ocupa cerca de 205 milhões ha ou 23% do território nacional. Grande parte dos solos dessa região apresentam baixa fertilidade natural, elevada saturação de alumínio, e elevada capacidade de fixação de P (Fageria; Stone, 1999). A baixa fertilidade é uma característica de solos ácidos, assim a correção

desses solos é muito importante para crescimento adequado das culturas (Castro e Crusciol, 2013).

A calagem é a prática mais comumente utilizada para neutralizar a acidez do solo e restaurar a capacidade de produção, elevar a disponibilidade de nutrientes, e reduzir os níveis de elementos tóxicos (Caires et al., 2013). Essa prática no sistema plantio direto é realizada superficialmente, contudo, em curto prazo, os efeitos da calagem superficial ficam restritos as camadas superficiais do solo.

O gesso agrícola é um produto mais solúvel que o calcário, composto principalmente de sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), entretanto, sua adição no solo não altera o pH. O gesso aplicado na superfície do solo movimentam-se ao longo do perfil sob a influência da percolação de água (Caires et al., 1999). Como consequência obtém-se aumento no suprimento de cálcio e redução da toxidez de alumínio no subsolo (Caires et al., 2013). É, portanto, uma alternativa para melhorar o ambiente radicular no subsolo, e pode ser usado em solos ácidos, como um complemento para a calagem (Caires et al., 2003). Esse trabalho objetivou avaliar a nutrição e produtividade de grãos das culturas do milho, decorrentes da aplicação de calcário e gesso agrícola na superfície, em SPD consolidado, em região de inverno seco.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), apresentando como coordenadas geográficas  $48^\circ 23'$  de longitude Oeste de Greenwich e  $22^\circ 51'$  de latitude Sul, com altitude de 765 metros.

O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO distroférico. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. Durante a condução do experimento a

precipitação e a temperatura média mensal foi de, respectivamente, 143 mm e 21,2 °C em dezembro de 2011; 357 mm e 23,4 °C em janeiro de 2012; 167 mm e 26,1 °C em fevereiro de 2012; 59 mm e 24,6 °C em março de 2012; 250 mm e 23,1 °C em abril de 2012.

As características químicas do solo (0-20 cm) foram determinadas em outubro de 2010 e os resultados foram: 27,0 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica; pH (CaCl<sub>2</sub>) 4,7; 34,0 mg dm<sup>-3</sup> de P (resina); 1,6; 23; 14; 42 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, Ca, Mg e H+Al, respectivamente; e 47% de saturação por bases. Em agosto de 2004 foram coletadas amostras de solo para análise granulométrica (20-40 cm) e os resultados foram: 513, 360 e 127 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizado, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por: 1 - controle, 2 - aplicação de calcário (2.000 kg ha<sup>-1</sup>), 3 - aplicação de gesso (2.100 kg ha<sup>-1</sup>), e 4 - aplicação de calcário + gesso (2.000 kg ha<sup>-1</sup> + 2.100 kg ha<sup>-1</sup>). As características do calcário foram, 23,3% de CaO, 17,5% de MgO e 87,5% de PRNT, e do gesso 16% de S e 20% de Ca. A dose de calcário foi definida de acordo com a análise química do solo na profundidade 0-0,20 m para elevar a saturação por bases a 70%. A dose de gesso foi de acordo com Rajj et al. (1997), sendo a dose recomendada (kg ha<sup>-1</sup>) igual ao teor de argila (g kg<sup>-1</sup>) da camada 0,20 – 0,40 m multiplicado por 6.

No início do experimento a calagem e a gessagem superficial foram realizadas em 15 de outubro de 2002, nas doses previstas para cada tratamento. As reaplicações foram realizadas nos dias 19 de novembro de 2004 e 18 de outubro de 2010.

A cultura do milho foi semeada no dia 22 de dezembro de 2011, utilizando-se o híbrido 2B433, de ciclo médio e exigente em fertilidade do solo, no espaçamento de 0,45 m entre as linhas. Para a adubação de base nos sulcos foram utilizados 350 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), levando-se em conta as características químicas do solo e as recomendações para a cultura do milho (Cantarella et al., 1997). Em 17 de janeiro de 2012 foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de nitrato de amônio nas entrelinhas. Todos os tratamentos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura.

No dia anterior à colheita realizou-se a coleta de plantas para determinação dos componentes da produção, e no dia 27 de abril de 2012 procedeu-se a colheita, utilizando-se colhedora de parcelas. Colheram-se as três fileiras centrais de plantas por 7 m de comprimento de cada parcela para avaliar a

produtividade de grãos (13% de base úmida).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelos teste LSD à 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar 4.2 (Ferreira, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações de calcário e de calcário associado ao gesso proporcionaram maiores teores foliares de N, P e Ca, com aumento em relação ao controle de 14, 6 e 5%, respectivamente, pela calagem, e de 14, 6 e 10%, respectivamente, pela calagem associada ao gesso (Tabela 2). Isto pode ser decorrente da elevação do pH, que pode aumentar a atividade da nitrificação em até 5 vezes, de 0,18 para 0,93 µg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/g.h (Islam et al., 2006), a mineralização de N orgânico do solo (Rosolem et al., 1990) e a disponibilidade de P no solo (MacBride, 1994).

Os teores foliares de Mg aumentaram com a calagem e a calagem associada ao gesso em relação ao controle, em 70 e 40%, respectivamente (Tabela 2). A calagem superficial é conhecida por influenciar positivamente a absorção de Ca e Mg nas culturas em SPD estabelecido, uma vez que os produtos da dissociação do calcário elevam a disponibilidade de Ca e Mg trocável no perfil do solo, corroborando os resultados obtidos por Castro e Crusciol (2013) na cultura do milho.

A gessagem e a calagem associada ao gesso proporcionaram os maiores teores foliares de S, com incrementos de 19 e 25%, respectivamente, em relação ao controle (Tabela 2). Esses resultados são decorrentes do aumento nos teores de S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> no solo pela gessagem. O gesso agrícola é um subproduto da fabricação de ácido fosfórico possuindo em sua composição quantidades substanciais de enxofre (16% de S).

Os teores foliares de K, Cu, Zn, Mn e Fe, nos tratamentos de calagem e calagem associada ao gesso estes foram menores em relação ao controle e à gessagem (Tabela 2). Quanto aos K fica evidente que pode ter ocorrido competição pelos sítios de troca de absorção com o Ca e Mg, mas principalmente com o Mg, pela similaridade de raio iônico e potencial eletroquímico de absorção de ambos (Patel et al., 1993; Fonseca e Meurer, 1997). Caires et al. (2002) também observaram elevado desequilíbrio nutricional entre o Mg e K, contudo não constataram efeito na produtividade de grãos.

Com relação aos teores de Cu, Zn, Mn e Fe, o aumento do pH proporcionado pela calagem reduz a disponibilidade dos micronutrientes catiônicos no solo, aumentando a retenção no complexo coloidal ou reduzindo a solubilidade das formas químicas que controlam a sua concentração na solução do solo (Quaggio, 2000).

Com relação à produção de matéria seca e os componentes da produção, sendo este último pouco estudado nos trabalhos relacionados acidez do solo e aplicação de corretivos, a avaliação permite entender o porquê a acidez reduz a produtividade de grãos, ou seja, qual(is) estrutura(s) que comporá(ão) a produção da planta é mais sensível a acidez do solo, pois na grande totalidade dos trabalhos nesta linha de pesquisa avaliam apenas a produtividade de grãos e, ainda, em um número maior a produção de matéria seca da parte aérea.

Assim, constatou-se que a produção de matéria seca foi maior com a calagem, associada ou não ao gesso (Tabela 3), semelhantes aos resultados observados por Melo et al. (2011). Os autores atribuíram este efeito à melhor nutrição das plantas de milho proporcionada pela calagem.

A calagem associada ao gesso proporcionou o maior número de espigas por planta, seguida do tratamento calagem (Tabela 3). Isto pode ter ocorrido em decorrência da elevada acidez do solo ter prejudicado o desenvolvimento inicial das plantas, fase em que as espigas potenciais começam a ser determinadas, da fase V3 até a V5 (Ritchie et al., 2003). Prado (2001) observaram os maiores valores de espigas por plantas, de 0,99, na saturação por bases de 65% comparados à saturação por bases de 45%, com valores de 0,94, contudo os autores salientam que não houve diferença significativa.

O número de grãos por espiga e a massa de 100 grãos foram maiores nos tratamentos calagem e calagem associada ao gesso, seguidos da gessagem (Tabela 3), evidenciando que estes componentes ficaram limitados sob condições de elevada acidez. Estes resultados podem ser atribuídos aos maiores teores de Ca nestes tratamentos, visto que este nutriente é essencial na viabilidade e germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, que garantirão a fecundação da flor (Marschner, 2012). Assim, condições desfavoráveis durante o desenvolvimento dos grãos além de causar abortamento destes (Jacobs & Pearson, 1991), pode também reduzir a capacidade dos drenos de mobilizar fotoassimilados, ou seja, reduz a massa de 100 dos grãos (Tabela 3).

A produtividade de grãos aumentou em ordem crescente em função da aplicação de gesso, calcário e calcário associado ao gesso (Tabela 3). Este efeito foi reflexo dos observados nos componentes da produção, ou seja, o maior número de grãos por espiga e massa de 100 grãos no tratamento gessagem, em relação ao controle, e na calagem e calagem associada ao gesso, em relação ao controle e a gessagem, bem como, o maior

número de espigas por planta no tratamento calagem associada ao gesso, em relação ao controle, a gessagem e a calagem, foram determinantes para a produtividade de grãos.

### CONCLUSÕES

A calagem e gessagem superficial melhora a nutrição da cultura do milho, e reflete diretamente nos componentes da produção e consequentemente em maiores produtividades de grãos.

### AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

### REFERÊNCIAS

- CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **Informações agronômicas**. IPNI-International Plant Nutrition Institute, 2013.
- CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v. 26, p. 1011–1022, 2002.
- CAIRES, E. F.; HALISKI, A.; BINI, A. R.; SCHARR, D. A. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 66, p. 41–53, 2015.
- CAIRES, E. F.; JORIS, H. a. W.; CHURKA, S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. **Soil Use and Management**, v. 27, n. 1, p. 45–53, 2011.
- CANTARELLA, H.; VAN RAIJ, B.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2nd ed. Bol. Tec. 100**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 40–54.
- CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Yield and mineral nutrition of soybean, maize, and congo signal grass as affected by limestone and slag. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 673–681, 2013.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a program for statistical analysis and teaching. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36–41, 2008.
- FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 47–50, 1997.
- GATIBONI, L. C.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G.; HORN, D.; FLORES, J. P. C.; RHEINHEIMER, D. dos S.; KAMINSKI, J. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial



- no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 283–290, 2003.
- ISLAM, A.; WHITE, R. E.; CHEN, D. Nitrification activity in acid soils of north-eastern Victoria, Australia, as affected by liming and phosphorus fertilisation. **Australian Journal of Soil Research**, v. 44, p. 739–744, 2006.
- JACOBS, B. C.; PEARSON, C. J. Potential yield of maize, determined by rates of growth and development of ears. **Field Crops Research**, v. 27, n. 3, p. 281–298, 1991.
- MACBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford University Press, 1994.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Amsterdam: Elsevier; Academic Press, 2012.
- MELO, L. C. A.; AVANZI, J. C.; CARVALHO, R.; SOUZA, F. S.; PEREIRA, J. L. A. R.; MENDES, A. D. R.; MACEDO, G. B. Nutrição e produção de matéria seca de milho submetido a calagem e adubação sulfatada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 193–199, 2011.
- MIRANDA, L. N. De; MIRANDA, C. J. C. de; REIN, T. A. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho Lime under no-tillage and conventional planting systems for soybean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 563–572, 2005.
- MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C. Efeito residual do calcário na produção de milho e soja em solo Glei pouco húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 209–215, 2000.
- PATEL, S. K.; RHOADS, F. M.; HANLON, E. A.; BARNETT, R. D. Potassium and magnesium uptake by wheat and soybean roots as influenced by fertilizer rate. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 24, n. 13-14, p. 1543–1556, 1993.
- PECK, N. H.; MACDONALD, G. E. Sweet corn plant responses to P and K in the soil and to band-applied monoammonium phosphate, potassium sulfate, and magnesium sulfate. **American Society for Horticultural Science Journal**, v. 114, n. 2, p. 269–272, 1989.
- PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; QUEIROZ, D. M.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C. Alterações de atributos químicos do solo e estado nutricional e características agrônomicas de plantas de milho, considerando as modalidades de calagem em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 121–131, 2003.
- PRADO, R. de M. **Saturação por bases e híbridos de milho sob sistema plantio direto** Scientia Agricola, 2001. .
- QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000.
- RAHMATULLAH; BAKER, D. E. Magnesium accumulation by corn (*Zea mays* L.) as a function of potassium-magnesium exchange in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, p. 899–903, 1981.
- REHM, G. W.; SORENSEN, R. C. Effects of Potassium and Magnesium Applied for Corn Grown on an Irrigated Sandy Soil1. **Soil Science**, v. 49, p. 1446–1450, 1985.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações Agronômicas**, v. 103, p. 1–20, 2003.
- ROSOLEM, C. A.; PEREIRA, H. F. M.; BESSA, A. M.; AMARAL, P. G. Nitrogen in soil and cotton growth as affected by liming and N fertilizer. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.; MURRMANN, R. P. (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer, 1990. p. 321–325.

**Tabela 1.** Teores de macro e micronutrientes na folha diagnose do milho em função da gessagem e calagem superficial, num Latossolo Vermelho distroférico, em SPD. Na safra 2011/12. Botucatu, SP.

Fatores	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn	Fe
<b>Tratamentos</b>	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>				
Controle	27 c	3,1 b	9,7 a	4,1 c	1,0 b	1,6 b	9,8 a	15,0 a	78 a	227 a
Gesso	29 b	3,1 b	9,1 a	4,1 c	0,7 b	1,9 a	9,3 a	14,6 a	83 a	199 a
Calcário	31 a	3,3 a	7,1 c	4,3 b	1,7 a	1,6 b	8,3 b	14,6 a	54 b	165 b
C + G	31 a	3,3 a	8,1 b	4,5 a	1,4 a	2,0 a	7,6 b	14,4 a	48 b	177 b
Bloco	0,649	0,055	0,358	0,362	0,334	0,585	0,146	0,269	0,687	0,173
Tratamentos	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,010	0,446	0,000	0,008

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste t (p<0,05).

**Tabela 2.** Produção de matéria seca de parte aérea, população de plantas, número de espigas por planta, grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho em função da gessagem e calagem superficial, num Latossolo Vermelho distroférico, em SPD. Na safra 2011/12. Botucatu, SP.

Fatores	Matéria seca	População	Espigas por planta	Grãos por espiga	Massa de 100 grãos	Produtividade de grãos
---------	--------------	-----------	--------------------	------------------	--------------------	------------------------

Tratamentos	kg ha <sup>-1</sup>	mil pl ha <sup>-1</sup>	n <sup>o</sup>	n <sup>o</sup>	g	kg ha <sup>-1</sup>
Controle	10394 b	71 a	0,95 c	351 c	24,20 c	4970 d
Gesso	10989 b	68 a	0,92 c	397 b	25,39 b	5708 c
Calcário	14836 a	66 a	1,01 b	426 a	26,29 a	6872 b
C + G	14741 a	65 a	1,16 a	443 a	27,06 a	8586 a
Bloco	0,153	0,891	0,104	0,658	0,797	0,115
Tratamentos	<0,001	0,297	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste t (p<0,05).

## Comportamento do milho em função da Densidade Populacional e da Adubação Nitrogenada no Oeste Paraense

Carlos Alberto Costa Veloso<sup>1</sup>; Francisco Ronaldo Sarmanho de Souza<sup>1</sup>; Aristides Resende Silva<sup>1</sup>; Eduardo Jorge Maklouf Carvalho<sup>1</sup>; Austrelino Silveira Filho<sup>1</sup>.

<sup>(1)</sup> Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA; Email: [ronaldo.sarmanho@embrapa.br](mailto:ronaldo.sarmanho@embrapa.br)

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em relação à população de plantas de milho sob o sistema plantio direto no município de Belterra, no Estado do Pará. O delineamento experimental utilizado para cada experimento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Assim, avaliou-se na cultura do milho a influência do espaçamento, da densidade populacional e de doses de nitrogênio no teor de nitrogênio nas folhas, número de grãos por espiga, massa de 1.000 grãos e produtividade. O trabalho foi instalado no ano agrícola 2014/2015 e constou de tratamentos representados pela combinação de quatro doses de nitrogênio em cobertura: 0, 60, 120 e 180 Kg.ha<sup>-1</sup>, com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Independente do local, híbrido, espaçamento e densidade, o parcelamento da adubação de cobertura nitrogenada contribui decisivamente para o aumento da produtividade de grãos. A produtividade de grãos elevou-se de acordo com o aumento das doses de nitrogênio, a maior produtividade de grãos foi alcançada com a dose de 180 Kg.ha<sup>-1</sup> de N e com a densidade de 65.000 plantas. ha<sup>-1</sup>, promovendo aumento no teor de N foliar. Não há influência da densidade populacional nos resultados da produtividade do milho.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, nitrogênio, sistema de cultivo.

### INTRODUÇÃO

O milho é cultivado em todo o território brasileiro, o que faz com que assuma expressiva importância, tanto pelo volume de produção e extensão da área plantada, como pelo papel socioeconômico que representa, constituindo-se como fonte alternativa da renda para o agricultor. No ano de 2014, a área colhida no Brasil foi de 15.000.000 ha e a produção foi estimada de 82.000.000 toneladas (Conab, 2015).

A expansão da produção de grãos no Estado do Pará no ano agrícola 2014/2015, somente na produção de milho foram 218,7 mil hectares de área plantada na safra e safrinha (Conab, 2015).

O nitrogênio é um dos macronutrientes mais exigidos pela cultura do milho e seu manejo é difícil em virtude da multiplicidade de reações químicas e biológicas a que está sujeito, além de possuir grande dependência das condições edafoclimáticas (Cantarella e Duarte, 2004). Apesar da exigência nutricional do milho ser menor nos estádios iniciais de crescimento da planta, alguns trabalhos têm mostrado que concentrações mais elevadas de N na zona radicular são favoráveis para promover o rápido crescimento inicial do cereal e o aumento na produtividade de grãos (Yamada, 1996).

Avanços tecnológicos no cultivo de milho, como a utilização de híbridos de melhor desempenho, alterações em espaçamento e densidade de semeadura, aliados a melhorias na fertilidade do solo e práticas de adubação, vêm proporcionando incrementos significativos em produtividade (Von Pinho et al., 2008).

Vários fatores podem influenciar o rendimento da cultura do milho, como o potencial produtivo do híbrido, as condições climáticas, a população de plantas, e condições nutricionais e fitossanitárias (Fancelli e Dourado Neto, 2003).

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de quatro níveis de adubação nitrogenada em cobertura, associados a quatro densidades de semeadura, sobre características agrônômicas de um híbrido comercial de milho cultivado no Estado do Pará.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de campo, no ano agrícola de 2014/2015, no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município Belterra, localizado na mesorregião do Oeste Paraense, área considerada representativa para o cultivo de grãos no Estado do Pará.

O solo onde foi feito o cultivo foi classificado, em no grupo Latossolo Amarelo, textura argilosa, com

boas propriedades físicas e média a concentração de alumínio (Rodrigues et al., 1999).

O município de Belterra, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima do tipo Ami, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 02°38' S; Longitude 54°57' W; e altitude média de 175 m. A temperatura média anual de 26 °C, a umidade relativa do ar média de 80% e a precipitação pluviométrica anual de 1900 mm (Bastos, 1972). Na Figura 1. São apresentados os dados de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade durante a condução do experimento.

As amostras de solo para determinação das análises químicas e físicas, foram coletadas antes da instalação dos experimentos na camada de 0 - 20 cm de profundidade. As análises químicas e físicas foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, os resultados estão apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial, 4 x 4, correspondendo a quatro doses de nitrogênio: (0; 60; 120 e 180 kg.ha<sup>-1</sup> de N) na forma de ureia, combinadas com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

O preparo de área consistiu de uma aração e duas gradagens, sendo a primeira com grade aradora e a segunda com grade niveladora, passadas em sentidos transversais. Para correção da acidez do solo, aplicou-se a lanço e em toda área experimental o equivalente a 1,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 90%), estimado com base no critério de elevação da saturação por bases a 60%, de acordo com Raij et al. (1996). O corretivo foi incorporado, por ocasião do preparo de solo, aplicando-se metade, antes da aração e o restante antes da gradagem. Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O nas formas de superfosfato triplo e cloreto de potássio, aplicado em sulco ao lado das linhas de plantio. A aplicação de potássio foi parcelada em duas vezes, sendo 1/3 na ocasião do plantio e o restante 2/3 em cobertura nas entrelinhas, juntamente com a segunda aplicação do nitrogênio. Foi utilizada a cultivar de milho híbrido AG 7088 e espaçamento de 0,70 m, com cinco plantas por metro linear. Fez-se também, o plantio de capim braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) logo após o plantio para a cobertura do solo, visto que a cobertura permanente do solo é um dos pilares do SPD.

Na época da floração, coletou-se 30 folhas opostas e abaixo da espiga retirando-se o terço central, por tratamento, para a determinação dos teores de N, P, K, Na, Ca e Mg. Na colheita foram

consideradas as quatro linhas centrais de cada parcela experimental.

Foi realizada a coleta de solo antes da colheita na profundidade de 0-20 cm para determinações de pH (H<sub>2</sub>O), MO, P, K, Ca, Na, Mg e Al. Todas as análises de solo (Embrapa, 1997) e análises de tecido vegetal (Malavolta, 1997) foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

Aos 120 dias da semeadura, realizou-se a colheita do milho, obtendo-se os seguintes componentes de produção: massa de palha da espiga, do sabugo, de grãos a 13% de umidade e total de espiga. Os dados foram submetidos à análise de variância e conforme a significância, as médias das épocas de aplicação foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade e as doses de nitrogênio foram submetidas à análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de doses de nitrogênio no município de Belterra, teve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na produtividade de grãos de milho. O modelo ajustou-se em uma equação do primeiro grau (Figura 2), cujo coeficiente de determinação  $r^2$  foi 0,88 indicando que 88,8% da variação do rendimento do milho em função das doses de nitrogênio são explicados pela equação.

Foi obtido ajuste linear para as doses de nitrogênio aplicadas no milho e a maior produtividade de grãos foi alcançada com a aplicação da dose de 180 kg.ha<sup>-1</sup>, com a qual foi necessário aproximadamente 30,6 kg de N para produção de 1000 kg de grãos, conforme (Figura 2). No tratamento com a maior dose a produtividade foi 1.572,2 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos (26,8%) superior a produtividade obtida com a dose de 60 kg.ha<sup>-1</sup>, e 1.666,9 kg.ha<sup>-1</sup> (28,4%) superior à não aplicação de N.

Em estudo com milho, Kappes et al. (2014) utilizando doses de 0 a 150 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em SPD no Mato Grosso do Sul, também verificou aumento linear da produtividade de acordo com a elevação das doses de nutriente. Bastos et al. (2008), no estado do Maranhão, observaram efeito linear para doses crescentes de N na cultura do milho cultivado em SPD, obtendo-se produtividade de grãos de 7.700 kg.ha<sup>-1</sup>, com 180 kg.ha<sup>-1</sup>, de N. Lange (2006) também verificou influência positiva da adubação nitrogenada com produtividade de 11.000 kg.ha<sup>-1</sup>, com a dose de 140 kg.ha<sup>-1</sup> de N em SPD no cerrado de Minas Gerais.



Em outros estudos em Belterra, na região do oeste do Pará, Veloso et al. (2012) observou que a produtividade aumentou de forma linear em relação às doses de N aplicadas, sendo a máxima produtividade obtida com a maior dose de N (120 kg.ha<sup>-1</sup>), ao avaliar doses de nitrogênio de 0 a 120 kg.ha<sup>-1</sup> em Latossolo Amarelo distrófico.

Resultado diferente foi obtido por Melo et al. (2011) que, utilizando doses de nitrogênio de 0 a 200 kg.ha<sup>-1</sup> no milho em SPD de seis anos no Maranhão, verificou que a resposta aos tratamentos seguiu também um modelo quadrático, com o máximo rendimento de grãos de milho correspondente a dose de 120 kg.ha<sup>-1</sup>.

Com a aplicação da dose de 60 kg.ha<sup>-1</sup> obteve-se produtividade de grãos de 4.303,1 kg.ha<sup>-1</sup>, valor abaixo do nível médio nacional de produtividade, de cerca de 5.396 kg.ha<sup>-1</sup> (Conab, 2016). Com a dose mínima de nutriente utilizada neste estudo já é possível superar a média do Estado do Pará, de apenas 3.232 kg.ha<sup>-1</sup> (Conab, 2016).

O solo fornece N para as culturas a partir da mineralização do N da MO, assim, é possível inferir que havia disponibilidade de N no solo proveniente de matéria orgânica (MO) no mesmo (Tabela 1), visto que a produtividade média obtida no tratamento em que não houve aplicação de nitrogênio (N0) foi de 4.208,4 kg.ha<sup>-1</sup>.

Com relação a interação entre a adubação nitrogenada e a densidade de plantas sobre os caracteres agrônômicos da cultura do milho segundo Mendes et al. (2011), esses fatores são influenciados pela escolha do híbrido. A população recomendada para maximizar a produtividade de grãos de milho varia de 40.000 a 80.000 plantas por hectare (Cruz & Pereira Filho, 2009; Cruz, 2010). No entanto, não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) das densidades de plantio adotadas (Figura 3) e não houve interação entre doses de nitrogênio e densidade de plantio em relação a produtividade de grãos ( $p > 0,05$ ).

## CONCLUSÕES

A produtividade de grãos elevou-se de acordo com o aumento das doses de nitrogênio, a maior produtividade de grãos foi alcançada com a dose de 180 kg.ha<sup>-1</sup> de N e com a densidade de 65.000 plantas. ha<sup>-1</sup>.

Não há influência da densidade populacional nos resultados da produtividade do milho.

## REFERÊNCIAS

BASTOS, E. A. CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; RIBEIRO, V. Q.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob

plantio direto. Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 02, p. 275-280, 2008.

BASTOS, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. Belém: IPEAN, 1972. p.68-122. (IPEAN. Boletim Técnico, 54).

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds.) **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 139-182.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Safra brasileira: grãos, 10º levantamento. Brasília: Conab, 2015. <<http://www.conab.gov.br>>. 12 Jul. 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2. ed. 1997. 212p. (EMBRAPA/CNPS. Documento 1).

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Esalq/USP/LPV, 2003. 208p.

KAPPES, C.; ARF, O.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.2, p. 201-217, 2014.

LANGE, A.; CARVALHO, J. L. N.; DAMIN, V.; CRUZ, J. C.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J. Doses de nitrogênio e de palha em sistema plantio direto de milho no cerrado. Revista Ceres, vol. 53, núm. 306, março-abril, 2006, pp. 171-178. Viçosa, MG.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MELO, F. B.; CORÁ, J. E.; CARDOSO, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 1, p. 27-31, jan-mar, 2011.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M.A.; GAMA, J.R.N.F.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; SANTOS, P.L. dos; SILVA, J.L. da. **Zoneamento agroecológico do município de Paragominas, Estado do Pará**. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. 1999, 64p.

VELOSO, C. A. C.; FRANZINI, V. I.; SILVA, A. R. B.; SILVA, A. R. Adubação nitrogenada no milho no Oeste do estado do Pará. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 84). 2012.

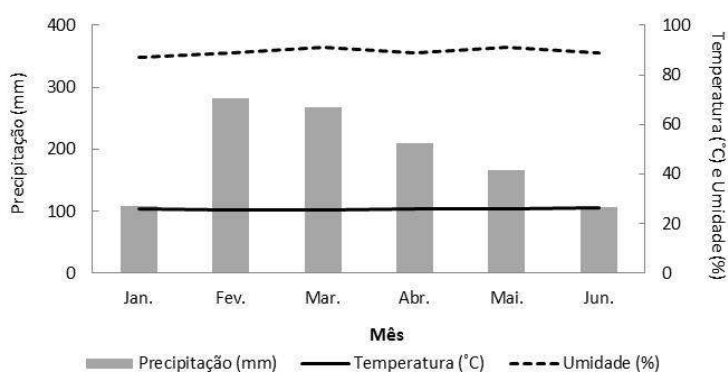


VON PINHO, R.G.; GROSS, M.R.; STEOLA, A.G.; MENDES, M. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio na região sudeste de Tocantins. *Bragantia*, v.67, p.733-739, 2008.

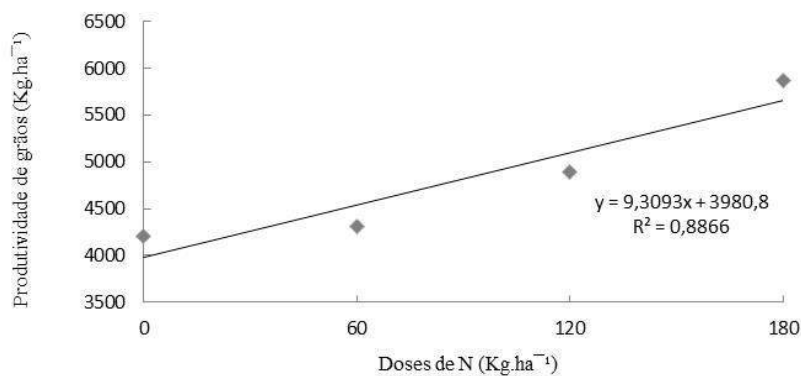
YAMADA, T. **Adubação nitrogenada no milho: quanto, como e quando aplicar**. Piracicaba. POTAFÓS, 1996. p.15. (*Informações Agronômicas*, 74).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas da área experimental utilizada no município de Belterra, PA, 2015, antes da instalação do experimento.

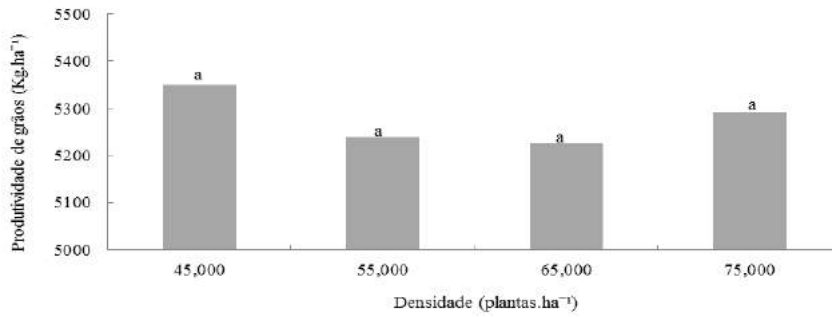
pH (H <sub>2</sub> O)	M.O. g.kg <sup>-1</sup>	P mg.kg <sup>-1</sup>	Ca	Mg	K	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
			cmolc.dm <sup>-3</sup>					g.kg <sup>-1</sup>		
4,1	40	3,0	1,5	0,3	0,10	0,9	6,5	200	220	580



**Figura 1.** Precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar entre os meses de janeiro a julho de 2015 em Belterra, PA.



**Figura 2.** Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio, em Belterra-PA.



**Figura 3.** Produtividade de grãos em função das densidades em Belterra/PA.



## Desempenho agrônômico de híbridos de milho em três épocas de semeadura na região do Vale de São Patrício, Goiás

**Janaina Batista de Lima<sup>(1)</sup>; Leandro Lopes Gomes<sup>(2)</sup>; Wilian Henrique Diniz Buso<sup>(3)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Graduanda em Agronomia; Instituto Federal Goiano – Campus Ceres; Ceres – GO; [jana24bl@gmail.com](mailto:jana24bl@gmail.com); <sup>(2)</sup> Graduando em Agronomia; Instituto Federal Goiano – Campus Ceres; <sup>(3)</sup> Professor do Departamento de Zootecnia e Agricultura; Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

**RESUMO:** O milho é uma planta que pertence à família *Poaceae*, dentro da qual é a espécie que apresenta maior potencial de produtividade. Objetivou com o trabalho avaliar o desempenho de diferentes híbridos de milho em três épocas de semeadura no município de Ceres-GO. Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda do IF Goiano Campus Ceres. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 10x3, com avaliação de dez híbridos (Truck, Fórmula, P30F53, P3646H, P30F35H, AGN 30A91H, AGN 30A37H, AG 8088VTPRO, DKB 390 e DKB Bi9440) e três épocas de semeadura (30/11/2011, 01/02/2012 e 20/02/2012), com três repetições em cada experimento, totalizando 90 parcelas experimentais. A colheita foi realizada em 04/04/2012, 10/06/2012 e 01/07/2012, para as três épocas de semeadura. Para altura de planta e da primeira espiga e diâmetro do colmo houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) nas épocas de semeadura, demonstrando que a semeadura no dia 20/02/2012 reduziu o porte da planta e a altura da espiga. Na semeadura de 30/11/2011 diferiu ( $P < 0,05$ ) das demais épocas de semeadura para produtividade dos híbridos P3646H e DKB Bi 9438, que foram iguais estatisticamente ( $P > 0,05$ ) com produtividade de 9.724 e 10.692 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os híbridos favoráveis para produção em época de maior disponibilidade hídrica foram DKB Bi 9438, P3646H.

**Termos de indexação:** cultivares, semeadura, *Zea mays*.

### INTRODUÇÃO

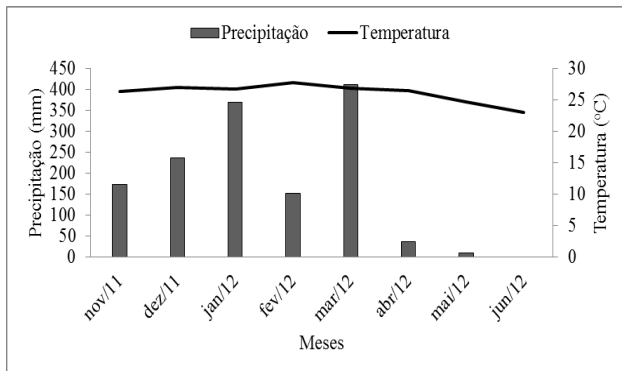
O milho (*Zea mays* L.) é uma planta que pertence à família *Poaceae*, dentro da qual é a espécie que apresenta maior potencial de produtividade. Os programas de melhoramento genético de milho no Brasil permitiram a obtenção de novos híbridos adaptados a várias regiões do país. Para se obter maiores rendimentos de grãos, se faz necessário, além da escolha correta do híbrido, que os fatores abióticos (PORTO et al.,

2011; CRUZ et al., 2010) e fatores bióticos (OLIVEIRA et al., 2010), não sejam limitantes para o cultivo do milho, maximizando assim o potencial produtivo das cultivares (PERIN et al., 2009). As cultivares atuais têm características de porte mais baixo, melhor arquitetura foliar e também possuem menor massa vegetal. Devido a essas características, esses materiais exercem menores índices de sombreamento e captam melhor a luz solar (CRUZ et al., 2006). De acordo com DUARTE e PATERNIANI (1998) a adaptação de cultivares a uma determinada região produtora varia com a época de semeadura de maneira que, em cultivos extemporâneos, as cultivares mais bem adaptadas não estão associadas com as da safra de verão. Assim, em áreas extensas a avaliação regionalizada de cultivares de milho, nos períodos de safra e safrinha, permite conhecer melhor os ambientes onde cada cultivar se sobressai e comparar suas vantagens e limitações nas diferentes regiões.

Diante disso, objetivou com a presente pesquisa avaliar o desempenho de dez híbridos de milho em três épocas de semeadura na região do Vale de São Patrício, Goiás.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Fazenda Experimental do IFGoiano Campus Ceres, município de Ceres, Goiás. Os dados de distribuição pluviométrica e temperatura encontram-se na (Figura 1).



**Figura 1.** Precipitação e temperatura médias durante o período experimental.

A adubação de semeadura foi de 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 150 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 80 kg ha<sup>-1</sup> de potássio. As adubações em cobertura ocorreram quando as plantas estavam na sexta folha totalmente expandida, distribuiu-se 40 kg ha<sup>-1</sup> de N e 40 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (20-00-20), e na oitava folha, aplicou-se 90 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia). Utilizou-se herbicida atrazina em pós emergência na dosagem de 3 L ha<sup>-1</sup> quando a cultura estava com seis folhas visando controle de plantas daninhas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 3x10, com avaliação de dez híbridos (Truck, Fórmula, P30F53, P3646H, P30F35H, AGN 30A91H, AGN 30A37H, AG 8088VTPRO, DKB 390 e DKB Bi9440) e três épocas de semeadura (30/11/2011, 01/02/2012 e 20/02/2012), com três repetições em cada experimento, totalizando 90 parcelas experimentais.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de cinco metros espaçadas de 0,50 m entre linhas. As avaliações procederam nas duas linhas centrais das parcelas deixando 0,50 m de bordadura nas extremidades. A colheita foi realizada em 04/04/2012, 10/06/2012 e 01/07/2012, respectivamente, para as três épocas de semeadura.

As variáveis analisadas foram: altura da primeira espiga, altura de plantas, diâmetro do colmo conforme metodologia de Demétrio et al. (2008) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). Após a colheita foi realizado a retirada da palha de todas as espigas e debulhado manualmente. Em seguida foi pesado em balança digital. A umidade dos grãos de cada parcela foi aferida, corrigida posteriormente para 13% e calculada a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância conjunta e as médias comparadas pelo teste de ScottKnott com nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Development

Core Team, 2014) com o pacote easyanova (Arnhold 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interação significativa ( $P>0,05$ ) entre híbridos e épocas de semeadura para a altura de planta e espiga e diâmetro do colmo.

Para altura de planta e da primeira espiga e o diâmetro do colmo houve diferença estatística ( $P<0,05$ ) entre todas as épocas de semeadura, demonstrando que a semeadura em 20/02/2012 reduziu o porte da planta e a altura da espiga, assim, a cultura quando exposta condições ambientais menos favoráveis reduz o seu desenvolvimento, estas variáveis foram afetadas pelo encurtamento dos entre nós (**Tabela 1**). De acordo com FARINELLI et al. (2003) híbridos de milho apresentaram valores baixos de altura de plantas e inserção da primeira espiga em cultivos tardios devido a condições ambientais.

O diâmetro do colmo reduziu ( $P<0,05$ ) de 20,72 a 19,06 mm da semeadura de 30/11/2011 para 20/02/2012, respectivamente, (**Tabela 1**). Em semeadura tardia o menor índice pluviométrico reduz o diâmetro do colmo e estas estruturas são responsáveis pela sustentação e pelo acúmulo de foto-assimilados produzidos pela planta. Entre os híbridos não ocorreram diferenças ( $P>0,05$ ) para esta variável o mesmo foi verificado por Araújo et al. (2013) que trabalharam com a adoção de três diferentes sistemas tecnológicos (baixo, médio e alto) no mês de novembro em Montes Claros, MG, observaram que para híbridos SHS 4080 e IAC 8333 não ocorreu diferença no diâmetro do colmo entre os diferentes sistemas. A redução do diâmetro do colmo é um parâmetro importante a ser trabalhado nos experimentos com milho, pois colmos finos e com espigas pesadas e com a sua inserção muito alta, aumenta a probabilidade de queda ou inclinação da planta, o que dificulta a colheita (BALBINOT JÚNIOR e FLECK, 2005).

Ocorreu interação significativa ( $P<0,05$ ) entre os híbridos e épocas de semeadura para a produtividade de grãos, conforme apresentado na (**Tabela 2**). Mendes et al. (2011) em semeadura na segunda quinzena de outubro verificaram que o híbrido FORMULA foi o menos produtivo dentre os demais híbridos trabalhados (P30P34, FORMULA, NK7G27 e P30R50). O mesmo foi observado nesta pesquisa em que o híbrido FORMULA também foi o menos produtivo na semeadura de 30/11/2011. Este fator pode ser indicativo que este híbrido não deve ser utilizado em cultivos de verão.

Na semeadura de 30/11/2011 houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os híbridos em que, os híbridos P3646H e DKB Bi 9438 foram iguais estatisticamente ( $P > 0,05$ ) com produtividade de 9.724 e 10.692 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e diferiram ( $P < 0,05$ ) dos demais. Na segunda e terceira época de semeadura não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os híbridos estudados, conforme a Tabela 6.

Ocorreu diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as épocas de semeadura para a produtividade, as maiores foram obtidas na primeira época. Na segunda e terceira época os híbridos TRUCK, FORMULA, AGN30A77H e AGN30A37H foram iguais ( $P > 0,05$ ) e para os demais híbridos a produtividade foi maior na segunda época e menor na terceira de acordo com a (Tabela 2). As menores produtividades na segunda e terceira época de semeadura ocorreram devido a menor disponibilidade hídrica (Figura 1). De acordo com Silva et al. (2015) que trabalharam com vários híbridos e semeadura no dia 14/02/2007, relataram que a ocorrência de precipitação no período de florescimento dos híbridos é fator determinante para ganhos de produtividade.

A semeadura realizada em novembro apresentou maior ( $P < 0,05$ ) produtividade em consequência das condições climáticas favoráveis, com maior volume de precipitações e temperaturas adequadas ocorridas durante o desenvolvimento dos híbridos (Figura 1). Com isso, a adequação da época de semeadura com a menor probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica, especialmente durante o período mais crítico de desenvolvimento da planta de milho, que ocorre da floração ao início do enchimento de grãos, pode incrementar o rendimento de grãos

## CONCLUSÕES

Os híbridos P3646H e DKB Bi9438 apresenta maior produtividade quando semeados em novembro.

Para as épocas de semeadura realizadas nos períodos com menor índice pluviométrico (01/02/2012 e 20/02/2012), os híbridos reduzem o seu desempenho produtivo.

A semeadura realizada no dia 30/11/2011 proporciona o melhor desempenho para todos os híbridos.

## AGRADECIMENTOS

A todas as empresas que doaram as sementes dos híbridos e ao IF Goiano – Campus Ceres pelo

apoio PIPECT e pela execução da presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. V.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A.; PORTO, B. B. A. Desempenho agrônomo de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 44, n. 4, p 885-892, 2013.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; FLECK, N.G. Benefício e limitações da redução do espaçamento entre linhas. **Revista Plantio Direto**, v.5, p.37- 41, 2005.

CRUZ, J.C., PEREIRA FILHO, I.A., ALVARENGA, R.C., GONTIJO NETO, M.M., VIANA, J.H. M., OLIVEIRA, M.F., SANTANA, D.P. 2006. **Manejo da cultura do Milho**. Circular Técnica 87: 12 p.

CRUZ, J.C.; SILVA, G.H.; PEREIRA FILHO, I.A.; GONTIJO NETO, M.M.; MAGALHÃES, P.C. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.177-188, 2010.

DEMÉTRIO, C.S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DUARTE, A.P.; PATERNIANI, M. E. A. G. **Avaliação de cultivares de milho no Estado de São Paulo: Influência de fatores abióticos e estratificação ambiental**. Resultados do sistema IAC/CATI/Empresas 1999/2000. Campinas, Instituto Agrônomo, 2000 (Documento IAC, 69).

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônomo de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, v.62, n.2, p.235-241, 2003.

MENDES, M.C.; ROSSI, E.S.; FARIA, M.V.; ALBUQUERQUE, C.J.V.; ROSÁRIO, J.G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.4, n.2, p.176-192, 2011.

OLIVEIRA, R.P.; ALVES, P.L.C.A.; NEPOMUCENO, M.P.; YAMAUTI, M.S. Influência do arranjo de plantas em dois híbridos de milho safrinha nas relações de interferência com a comunidade infestante. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.4, p.450-459, 2010.

PERIN, A.; GUARESCHI, R.F.; SILVA JUNIOR, H.R.; SILVA, A.; AZEVEDO, W.R. Produtividade de híbridos de milho na safrinha em Goiás. **Agrarian**, v.2, n.3, p. 19-28, 2009.



PORTO, A.P.F.; VASCONCELOS, R.C.; VIANA, A.E.S.;  
ALMEIDA, M.R.S. Variedades de milho a diferentes  
espaçamentos no Planalto de Vitória da Conquista-BA.  
**Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.208-  
214, 2011.

SILVA, A.G.; FRANCISCHINI, R.; MARTINS, P.D.S.  
Desempenhos agrônômico e econômico de cultivares de  
milho na safrinha. **Agrarian**, v.8. n.27. p.1-11, 2015.



**TABELA 1.** Altura de planta e da espiga, diâmetro do colmo em diferentes épocas de semeadura. Ceres, 2012.

Épocas de Semeadura	Altura planta (m)	Altura espiga (m)	Diâmetro do colmo (mm)
30/11/2011	2,20 a	1,05 a	20,72 a
01/02/2012	1,83 b	0,94 b	20,03 b
20/02/2012	1,59 c	0,81 c	19,06 c
Híbridos	Altura planta (m)	Altura espiga (m)	Diâmetro do colmo (mm)
TRUCK	1,88 b	0,97 a	20,12 a
FORMULA	1,89 b	0,83 b	19,85 a
P30F53H	1,89 b	1,00 a	20,76 a
P3646H	1,81 b	0,88 b	20,27 a
P30F35H	2,06 a	0,99 a	20,91 a
AGN30A77H	1,86 b	0,94 a	19,87 a
AGN30A37H	1,75 b	0,86 b	19,03 a
AG8088PRO	1,81 b	0,86 b	19,49 a
DKB 390	1,79 b	0,95 a	19,20 a
DKB Bi 9438	1,99 a	1,07 a	19,86 a
CV (%)	6,28	11,26	6,27

Medias seguida de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste de Skottknott a 5% de propabilidade.

**TABELA 2.** Desdobramento da interação entre híbridos e épocas de semeadura para a produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Híbridos	Época de semeadura		
	30/11/2011	01/02/2012	20/02/2012
TRUCK	8448 aB	3872 bA	2259,84 bA
FORMULA	5896 aB	4224 bA	2735,92 bA
P30F53H	8184 aB	3960 bA	1636,80 cA
P3646H	9724 aA	4312 bA	1570,80 cA
P30F35H	7656 aB	4796 bA	2219,36 cA
AGN30A77H	7304 aB	3080 bA	2170,96 bA
AGN30A37H	7260 aB	3916 bA	2377,76 bA
AG8088PRO	6512 aB	3388 bA	1239,62 cA
DKB 390	8272 aB	4180 bA	1766,16 cA
DKB Bi 9438	10692 aA	6336 bA	1141,54 cA
CV (%)	23,61		



Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são iguais pelo teste de ScottKnott a 5% de probabilidade.

## Desempenho de milho em preparos de solo e adubação de semeadura.

**Jeferson Carlos de Oliveira Silva<sup>(1)</sup>; Adelar José Fabian<sup>(2)</sup>; Gabriel Alberto Ceballos<sup>(3)</sup>; Luis Fernando de Mendonça Siqueira<sup>(1)</sup>; Witer Moreira Guimarães<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante; Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *campus* Uberaba; Uberaba, MG; bolsista PET MEC; jefersonteng@gmail.com; lfmsiqueira.91@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Titular, IFTM - *campus* Uberaba; Dr. em Agronomia. adelar@iftm.edu.br. <sup>(3)</sup> Estudante; IFTM - *campus* Uberaba; bolsista FAPEMIG; ceballos.agro@gmail.com; <sup>(4)</sup> Estudante; IFTM - *campus* Uberaba; bolsista PIBIC IFTM; witermoreira@gmail.com;

**RESUMO:** Novos desafios exigem produtividade com economia de insumos, atendendo demandas sustentáveis. Visando retornar ao solo os nutrientes dele extraído, aqui estudamos a substituição do fertilizante mineral pelo orgânico na semeadura em diferentes preparos de solo. O experimento foi conduzido em DBC com nove preparos de solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico; cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado. Os tratamentos secundários foram duas faixas de adubação de semeadura: mineral e orgânica. Os preparos foram realizados entre 01/08 a 02/11/2015. A semeadura foi realizada em 05/11/2015. Na semeadura, na faixa mineral, foi incorporado o fertilizante 8-28-16 na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>. Na faixa com adubação orgânica foi distribuído 2,67 Mg ha<sup>-1</sup> de fertilizante orgânico em dose única a lanço. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, nas duas faixas e realizada nos estágios V4 e V6 respectivamente. As avaliações realizadas ao final do ciclo (126 dias) foram: altura da planta; altura de inserção da espiga; massa de palha; massa de sabugo; massa de 100 grãos e produtividade. Não se observou diferença na produtividade em função dos preparos e adubações utilizados. Entretanto ocorreu diferença na altura de inserção da espiga e massa de palha. A adubação orgânica na semeadura pode substituir a mineral, com reutilização dos resíduos orgânicos obtendo redução de custos.

**Termos de indexação:** Sustentabilidade. Produtividade. *Zea mays*.

## INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil ocupou uma área de 5.488 mil hectares onde foram produzidas 27.046 mil Mg de grãos com produtividade média de 4.928 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2016).

O uso intensivo do solo utilizando vários cultivos por ano tem mostrado crescimento, aumentando a produção e a oferta de alimentos. Assim se faz necessário a adoção de boas práticas de manejo do solo e de tratos culturais para manter a sustentabilidade da produção (Ferreira, 1997). Consequentemente o uso intensivo do solo pode favorecer a formação de camadas compactadas, a redução da estabilidade de agregados, aumentando a propensão à perda de solo (Pruski, 1997).

Os preparos convencionais quebram os agregados na camada preparada e aceleram a decomposição da matéria orgânica, diminuindo a resistência dos agregados do solo (Carpenedo & Mielniczuk, 1990).

Nos sistemas conservacionistas os resíduos vegetais oferecem proteção ao solo diminuindo o impacto da gota de chuva, adicionando matéria orgânica, reduzindo a erosão e melhorando a estabilidade térmica do solo, além de melhorar o desenvolvimento dos microorganismos do solo (Coelho, 1991).

Araujo et al., (2004), citam que os preparos conservacionistas mobilizam minimamente o solo e mantêm a maior parte dos resíduos vegetais, responsáveis pela conservação do solo e retenção de água no sistema.

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo do solo e de adubações no desenvolvimento e produtividade do milho híbrido MG 652 PW.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano de manejo, safra 2015/2016, em Uberaba – MG, situado na latitude -19°39'20.38" S, longitude 47°57'28.52" W, a 795 m acima do nível do mar. O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), tropical quente e úmido, com inverno frio e seco, precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21°C, respectivamente. O solo da área é um Latossolo Vermelho distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) nos preparos de solo, com quatro repetições, e em faixas de adubação, com esquema de parcela subdividida. Os tratamentos principais foram nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalária juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado. Os tratamentos secundários foram duas faixas de adubação de semeadura: mineral e orgânica.

A área total do experimento foi de 0,72 ha (120 m x 60 m). Cada parcela de preparo teve as dimensões de 10,0 m x 12,0 m. As parcelas foram divididas em faixas (subparcelas) com 5,0 m de largura cada, onde foram aplicadas as adubações.

A semeadura do milho híbrido MG 652 PW foi realizada com 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m<sup>2</sup> centrais (1,0 m de largura x 4,0 m de comprimento), tendo as duas linhas externas como bordadura, bem como 1 m das extremidades de cada linha.

A densidade média de plantas foi de 3,05 plantas por metro totalizando uma população de 61.000 plantas por ha.

Durante a semeadura do milho, na faixa com adubo mineral, foi incorporado o fertilizante 8-28-16 na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de acordo com a análise de solo. Na faixa com adubação orgânica adicionamos a mesma dose de nutrientes recomendada utilizando-se adubo orgânico obtido por meio de compostagem na dose de 2.666 kg ha<sup>-1</sup>, distribuído em dose única, a lanço, logo após a semeadura. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup>

de N e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, nas duas faixas e realizada nos estágios V4 e V6 respectivamente.

Os atributos avaliados foram: altura de inserção da espiga; altura da planta; massa de palha; massa de sabugo; produtividade de milho e massa de 100 grãos. Em cada subparcela foram escolhidas ao acaso cinco plantas para avaliar os atributos de desenvolvimento.

Para avaliar a produtividade foram colhidas as espigas da área útil, debulhadas e pesadas. A umidade dos grãos foi ajustada a 0,13 kg kg<sup>-1</sup>.

Para avaliar as diferenças nos parâmetros avaliados entre os tratamentos, foram realizadas análises de variância, utilizando o teste F. Para as variáveis, cujo teste foi significativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott (1974) a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou diferença na produtividade (P>0,05) em função dos preparos e adubações utilizados.

Entretanto ocorreu diferença (P>0,05) nas médias de altura de inserção da espiga e massa de palha da espiga (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtividade de milho (P), altura de inserção da espiga (AIE) e massa de palha da espiga (MP) de milho (MG 652 PW) com adubação mineral ou orgânica na semeadura, na safra 2015/2016, em Uberaba, MG.

	P (Mg ha <sup>-1</sup> )	AIE (m)	MP (kg ha <sup>-1</sup> )
Preparo do solo <sup>(1)</sup>			
T1 - SD-PCS	12,6 a	1,06 a <sup>(2)</sup>	600 b
T2 - SD-SPCS	12,2 a	0,97 b	680 a
T3 - PB	12,8 a	0,96 b	555 b
T4 - BR-G	12,0 a	1,04 a	538 b
T5 - ESC	13,1 a	1,06 a	723 a
T6 - SUBS	13,1 a	1,03 a	743 a
T7 - AR	13,5 a	1,01 b	775 a
T8 - GR	13,1 a	1,06 a	698 a
T9 - GR+AR	13,0 a	1,00 b	720 a
Adubação			
Mineral	13,0 a	1,05 a	685 a
Orgânica	12,7 a	0,99 a	655 a
Teste F			
Preparo do solo (P)	0,921 <sup>ns</sup>	0,00056 <sup>**</sup>	7,0E <sup>-04**</sup>
Adubação (A)	0,416 <sup>ns</sup>	0,0858 <sup>ns</sup>	0,467 <sup>ns</sup>

P x A	0,819 <sup>ns</sup>	0,474 <sup>ns</sup>	0,789 <sup>ns</sup>
C.V. (%)	4,81	5,29	10,35

(<sup>1</sup>) Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não-significativo. \* e \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

(<sup>2</sup>) Tratamentos:

T1 – semeadura direta com uso de e planta de cobertura do solo (SD-PCS)

T2 - semeadura direta sem uso de plantas de cobertura (SD-SPCS);

T3 - preparo biológico (crotalaria juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis) (PB);

T4 - uso de cobertura do solo com braquiária ruziziensis e incorporação com grade; (BR-G)

T5 – escarificador (ESC);

T6 – subsolador (SUBS);

T7 – arado (AR);

T8 – grade (GR);

T9 - grade+arado (GR+AR)

A igualdade nos valores de produtividade não evidenciou interferências positivas ou negativas decorrentes do preparo. Isso pode ser devido a ação de preparo dos tratamentos convencionais em teores adequados de umidade, bem como as contribuições das coberturas de solo ainda não expressarem seus efeitos positivos. Outra possibilidade foi devido ao fornecimento hídrico adequado por meio das chuvas.

Diferentes resultados foram obtidos por outros estudos. Utilizando área experimental e tratamentos semelhantes, Bastos (1999) e Silva et al. (1998) chegaram à conclusão de que a adubação com composto orgânico após 12 e 13 anos da primeira aplicação, consegue não só manter a produtividade como também elevá-la a altos patamares. Assim, produtividades adequadas são obtidas e mantidas após alguns anos de aplicação do composto orgânico no sulco de semeadura. Em nossos estudos a aplicação ocorreu em apenas três anos.

Maia (1999) avaliando a variação da produtividade do milho obtida em 14 anos de aplicação contínua, tanto de adubação orgânica quanto mineral, verificou que houve respostas diferenciadas da produtividade do milho bem como resposta às adubações. A tendência da produtividade do milho, com o uso de 40 m<sup>3</sup> de composto orgânico ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foi sempre ascendente, atingindo produtividades em torno de 8,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Em nosso estudo em apenas três anos não se observou diferenças da produtividade em razão do tipo de adubação. Isso confirma a possibilidade de uso de fontes alternativas não

industriais como substituto para a adubação de semeadura, resultando em benefícios econômicos e ambientais.

Gonçalves et al. (2000) concluíram que a produtividade do milho no sistema orgânico foi sempre superior à obtida com a adubação mineral e independe da população de plantas utilizada, confirmando o estudo de Viegas e Freire (1956).

Farinelli et al. (2002), avaliando os componentes de produção de diversos híbridos de milho, constataram que, em virtude da época de semeadura ter sido realizada no mês de novembro, a alta produtividade obtida foi consequência das condições climáticas favoráveis, com volume maior de precipitações, armazenamento de água no solo e temperaturas adequadas ocorridas durante o desenvolvimento dos cultivares avaliados. É o que pode ter ocorrido em nosso estudo.

A altura das plantas, peso do sabugo e massa de 100 grãos não foram afetadas pelos fatores estudados (Tabela 1). Uma explicação para os resultados encontrados pode estar relacionada à época de semeadura (novembro) uma vez que a temperatura e a precipitação ocorrida nos primeiros dias de desenvolvimento provocaram intenso desenvolvimento vegetativo da planta, aumentando a capacidade em absorver a radiação fotossinteticamente ativa.

Com relação à massa de palha da espiga constatou-se que os tratamentos T1, T3 e T4 apresentaram menores valores que os demais. Nesses três tratamentos havia braquiária como planta de cobertura do solo.

Esses resultados revelam que os preparos do solo e adubações interferiram sobre alguns componentes de produção sem no entanto afetar a produtividade.

## CONCLUSÕES

Os preparos de solo não afetaram a produtividade de milho no terceiro ano de manejo.

A adubação orgânica pode substituir a adubação mineral na semeadura, sem prejudicar a produtividade.

Não houve interação entre os preparos de solo e adubação.



## AGRADECIMENTOS

Ao IFTM pela colaboração com insumos, implementos e área cedida para o experimento, assim como colaboradores alunos e servidores envolvidos.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. C. de; PERIN, A.; MACHADO, A. T. de; ALMEIDA, D. L. de. Avaliação de diferentes variedades de milho para o estágio de "verde" em sistemas orgânico de produção In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados. **resumos expandidos**. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade Federal de Uberlândia, 2000. CD-ROM.
- BASTOS, C.S. **Sistemas da adubação em cultivo de milho exclusivo e consorciado com feijão, afetando a produção, estado nutricional e incidência de insetos fitófagos e inimigos naturais**. Viçosa, UFV.117f. 1999. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 14:99105, 1990.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.E.C.; GUEDES, G.A.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.61-67, 1992.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Safra 2015/2016**. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_05\\_19\\_11\\_58\\_17\\_boletim\\_graos\\_maios\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_19_11_58_17_boletim_graos_maios_2016_-_final.pdf)>. Acesso em 19 de maio de 2016.
- FARINELLI, R. et al. Desempenho agrônomo de cultivares de milho nos períodos de "Safra" e "Safrinha". In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: ABMS, 2002. (CD - ROM).
- FERREIRA, L.M. **As interações entre a fração mineral e a fração orgânica em solos da região de Bauru-SP**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 217p. 1997. (Tese de Doutorado).
- GONÇALVES, R.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, E.C. Populações de plantas e diferentes sistemas produtivos afetando a produção de grãos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, Uberlândia, 2000. **Resumos...**, Uberlândia, EMBRAPA/CNPMS-UFU. 116p. 2000.
- MAIA, C.E. **Reserva e disponibilidade de Nitrogênio pela adição continuada da adubação orgânica e da mineral na cultura do milho em um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico**. Viçosa, UFV, 1999. 55 f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- PRUSKI, F.F. Aplicação de modelos físico-matemáticos para a conservação de água e solo. In: SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. (Eds.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA; SRH; ABEAS e VIÇOSA: UFV/Departamento de Engenharia Agrícola, p.129-171. 1997.
- SILVA, E.C.; GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; ARAÚJO, G.A. A. Produtividade do milho após 13 anos de aplicações contínuas de adubações orgânica e mineral. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8, Viçosa, 1998. **Resumos...**, Viçosa, UFV, 321p. 1998.
- VIEGAS, G. P.; FREIRE, E. S. Adubação do milho. VIII. Ensaio com esterco e adubos minerais. **Bragantia**, Piracicaba, n.15, v.1, p.107-120, 1956.

## Desempenho forrageiro do sorgo BRS 509 submetido à adubação nitrogenada e potássica em cobertura

Waldiney de Oliveira Campos <sup>(1)</sup>; Iran Dias Borges <sup>(2)</sup>; Júnia de Paula Lara <sup>(3)</sup>; Victor Fernando Ferreira <sup>(4)</sup>; Renata Pereira da Costa <sup>(5)</sup>; Carlos Eduardo Silva Ribeiro <sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduando Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG, waldineyoliveira10@yahoo.com.br; <sup>(2)</sup> Professor doutor adjunto Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG. <sup>(3)</sup> Mestranda Universidade Federal de São João Del Rei, PPGCA. <sup>(4)</sup> Graduando Universidade Federal de São João Del Rei. <sup>(5)</sup> Graduando Universidade Federal de São João Del Rei.

**RESUMO:** O sorgo (*Sorghum Bicolor L.*) é uma planta C4, de dia curto, com altas taxas fotossintéticas, de clima quente, apresentando características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de uma cultivar de sorgo sacarino, conduzido sem irrigação, submetido a diferentes doses de nitrogênio e de potássio em cobertura na região central de MG. O trabalho foi conduzido em área experimental da UFSJ-SL. O período de condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2014. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 3 repetições, e tratamentos dispostos num esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio e potássio em cobertura com a cultivar BRS 509. O desenvolvimento do sorgo sacarino é favorecido pelo aumento da dose de N em cobertura até um ponto máximo anterior a maturidade. Doses crescentes de potássio em cobertura não influenciam o desenvolvimento do sorgo sacarino.

**Termos de indexação:** sweet sorgum, adubação, forragem.

### INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor L.*) é uma planta C4, de dia curto, com altas taxas fotossintéticas, de clima quente, apresentando características xerófilas e mecanismos eficientes de tolerância à seca (BELLO, 1997). Possui variedades adaptadas a diferentes zonas climáticas, tolerando mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais, podendo ser cultivado numa ampla faixa de condições.

A planta responde intensamente a incrementos no suprimento de água e à adubação, alcançando ou superando, em alguns casos, as produções de massa seca e de grãos normalmente obtidas com a

cultura do milho (COELHO, 2011). Então, nutrientes como N e K<sub>2</sub>O que são requeridos em maior quantidade influenciam diretamente a produtividade.

Assim, pode se evidenciar a hipótese de que a adubação em cobertura influencia as características agrônomicas da planta de sorgo sacarino.

Contudo, ainda existem poucos estudos de recomendação de adubação para a cultura do sorgo sacarino, além de muitas das vezes, esses se basear na cultura do sorgo forrageiro e até mesmo na cultura do milho; assim é necessário rever e complementar estas informações.

Avaliar a influência de doses de macronutrientes em cobertura na produção de massa verde de cultivares de sorgo sacarino pode subsidiar as estratégias de manejo visando a eficiência para o uso como alternativa forrageira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de uma cultivar de sorgo sacarino, conduzida sem irrigação, submetido a diferentes doses de nitrogênio e de potássio em cobertura na região Central de Minas Gerais.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental da UFSJ em Sete Lagoas – MG. O período de condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2014. A área está localizada em terreno limítrofe ao CNPMS-EMBRAPA com as coordenadas geográficas 19° 28' 36" de latitude sul e 44° 11' 53" de longitude oeste, altitude de 769 m.

O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico, cujo clima, segundo Köppen (OMETTO, 1981) é do tipo AW (tropical estacional de savana, inverno seco), temperatura média anua 22,1°C e precipitação média anual 1290 mm.

A correção do solo não foi necessária e na adubação de plantio aplicou-se 350 kg ha<sup>-1</sup> de 08-28-16, considerando resultados da análise química

do solo e uma expectativa de produção acima de 60 t ha<sup>-1</sup> de massa verde (RIBEIRO et al., 1999).

No plantio adotou-se o espaçamento de 0.70 m, a densidade de 100000 plantas ha<sup>-1</sup>, e parcelas com 04 linhas de 5.0 m sendo as duas centrais consideradas como úteis.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 3 repetições, e tratamentos dispostos num esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio em cobertura (45, 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N) x 4 doses de potássio em cobertura (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) com a cultivar BRS 509.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para as diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), foram ajustados modelos de regressão e teste de comparação de médias com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Os modelos para ajuste das equações serão escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância. Foram avaliadas as seguintes características:

Altura de plantas: Distância, em metros, do solo ao topo da panícula em 6 plantas da parcela.

Diâmetro de colmo: Medido com paquímetro digital no terço médio do colmo de 6 plantas da parcela.

Florescimento: Número de dias após a emergência da parcela.

Massa verde: pesagem das plantas colhidas na parcela e valores expressos em t ha<sup>-1</sup>.

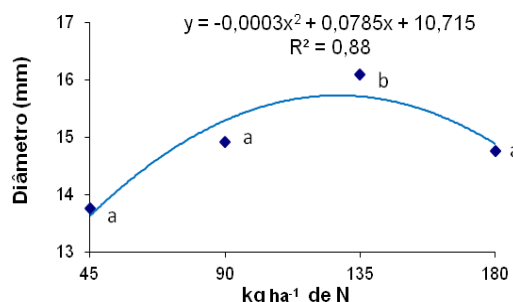
Massa seca: secagem de amostras de 450 gramas de material fresco em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C até peso constante, valores expressos em t ha<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas não foi influenciada pelas doses de nitrogênio e potássio em cobertura, nas condições de realização deste trabalho.

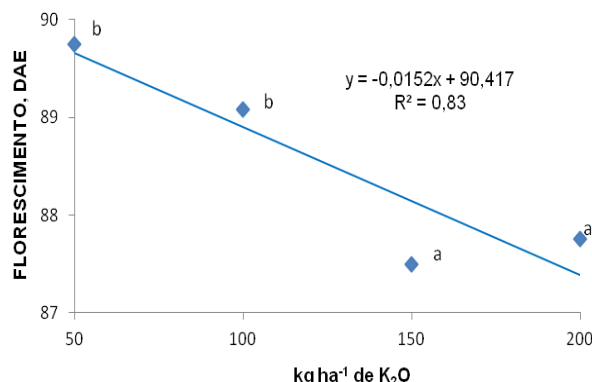
O diâmetro do terço médio teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 127,42 kg ha<sup>-1</sup> de N (**Figura 1**).

Trabalhando com sorgo forrageiro e adubação nitrogenada em cobertura PARENTE et al. (2014) observou que com aumento da dose de N houve aumento do diâmetro das plantas. Isso se explica pelo fato do diâmetro se relacionar com o crescimento da planta e sua diferenciação.



**Figura 1:** Valores de diâmetro do terço médio (mm) do colmo de sorgo sacarino (BRS 509) submetidos a quatro doses de N e quatro doses de K<sub>2</sub>O ( 50,100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

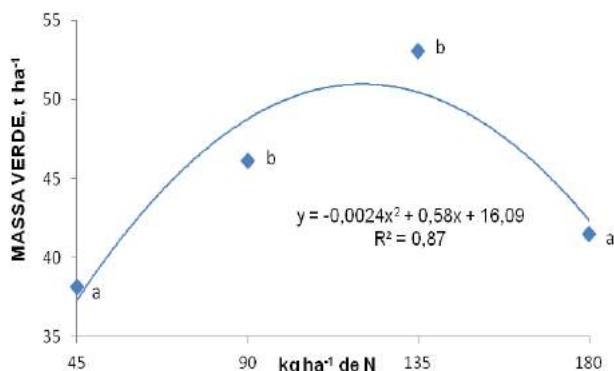
Para cada 100 kg ha<sup>-1</sup> de potássio em cobertura que se acrescenta há uma redução de 1,5 dias no florescimento (**Figura 2**). GIACOMINI et al, (2013) trabalhando com a cultivar CMSXS 643 obteve 64 DAE para florescimento. Isso se deve ao fato de que estádios mais sensíveis da cultura de sorgo sacarino não coincidirem com a ocorrência de maior intensidade de estresse hídrico para este trabalho.



**Figura 2:** Valores para florescimento (DAE) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de K<sub>2</sub>O e quatro doses de N ( 45, 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

A massa verde teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 120,83 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (**Figura 3**).

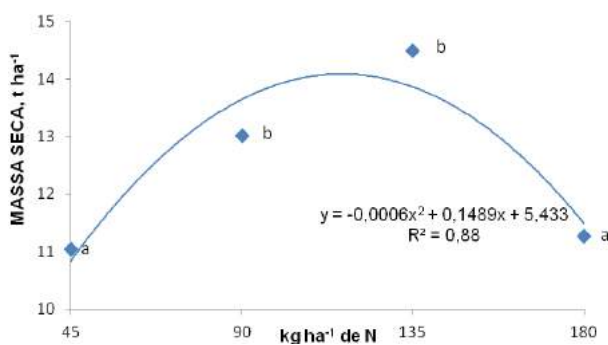
FILHO et al. (2013) trabalhando com a cultivar sacarina BR 506 produziu cerca de 86,0 t ha<sup>-1</sup>, o que foi bem superior a este trabalho. Vários fatores afetam a absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> assim como a absorção de K<sup>+</sup>, sendo que ocorre duplicação no total absorvido em presença de luz (FERNANDES, 2006).



**Figura 3:** Valores para massa verde ( $t\ ha^{-1}$ ) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses N e quatro doses de  $K_2O$  (50, 100, 150 e 200  $kg\ ha^{-1}$  de  $K_2O$ ). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

A massa seca teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 124,08  $kg\ ha^{-1}$  de N (**Figura 4**).

O valor máximo de massa seca observado neste trabalho foi inferior ao encontrado por OLIVEIRA et al, (2005) que trabalhando com a BRS 506 encontrou 16,38  $t\ ha^{-1}$  de massa seca. O mesmo autor, avaliando doses de nitrogênio não encontrou diferença significativa para massa seca, obtendo em média 15,17  $t\ ha^{-1}$ .



**Figura 4:** Valores para massa seca ( $t\ ha^{-1}$ ) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses N e quatro doses de  $K_2O$  (50, 100, 150 e 200  $kg\ ha^{-1}$  de  $K_2O$ ). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

## CONCLUSÕES

A produção forrageira da cultivar BRS 509 de sorgo sacarino é favorecido pelo aumento da dose de nitrogênio em cobertura até um ponto máximo anterior a maturidade.

Doses crescentes de potássio em cobertura não influenciam o desenvolvimento do sorgo sacarino BRS 509.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Rafael Augusto da Costa Parrela e Flávia Cristina dos Santos pelo apoio e parceria.

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

BELLO, N. J. An investigation of the agroclimatic potential of the forest-savanna transition zone of Nigeria for the cultivation of sorghum. **Experimental Agriculture**, 33: 157-171, 1997.

COELHO, A. M. Fertilidade do solo, exigências nutricionais e adubação do sorgo sacarino. Revista Agroenergia [Sorgo sacarino: Tecnologia Agronômica e Industrial para Alimentos e Energia]. Brasília, Ano II, edição 3, p.18-19, ago, 2011.

FILHO, I. A. P.; PARRELLA, A. C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SOUZA, V. F.; CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [Sorghum bicolor (L.) Moench] em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 118-127, 2013.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. 432 p. 2006

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GIACOMINI, I.; PEDROZA, M. M.; SIQUEIRA, F. L. T.; MELLO, S. Q. S.; CERQUEIRA, F. B.; SALLA, L. Uso potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol no estado do Tocantins. **Revista Agrogeoambiental / Instituto Federal do Sul de Minas Gerais**.– Vol. 5, n.3 (dez. 2013). Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2013.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F.S.; FILHO, O.R.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q.S. Características agrônômicas de cultivares de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. Pesquisa **Agropecuária Tropical**, 35 (1): 45-53, 2005.

OMETTO, J. C. Classificação Climática. In: OMETTO, J. C. Bioclimatologia tropical. São Paulo: Ceres, 1981, p.390-398.

PARENTE, H. N.; JUNIOR, O. R. S.; BANDEIRA, J. R.; PARENTE, M. O. M.; RODRIGUES, R. C.; ROCHA, K. S.; GOMES, R. M. S. Produtividade do sorgo forrageiro em





função de quantidades crescentes de adubação fosfatada e nitrogenada. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, p.01-10, v.08, n.01, 2014.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.;V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5<sup>a</sup> aproximação**. Viçosa MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, p. 325-327.



## Diversidade genética da comunidade bacteriana e de fungos micorrízicos arbusculares em milho sob diferentes fontes de fosfato

**Amanda Nayê Guimarães Tavares<sup>(1)</sup>; Ubiana Cássia Silva<sup>(2)</sup>, Ubiraci Gomes de Paula Lana<sup>(3,4)</sup>;**

**Eliane Aparecida Gomes<sup>(5)</sup>; Christiane Abreu de Oliveira Paiva<sup>(5)</sup>; Vera Lúcia dos Santos<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante, Bolsista FAPEMIG, Faculdade Ciências da Vida; <sup>(2)</sup> Estudante de Doutorado em Microbiologia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG; ubiana.microb.ufmg@gmail.com; <sup>(3)</sup> Analista de Pesquisa; Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(4)</sup> Professor; Centro Universitário de Sete Lagoas - UNIFEMM; <sup>(5)</sup> Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(6)</sup> Professora, UFMG.

### RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na agricultura mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor. No entanto, a produtividade desta cultura no Brasil ainda é considerada baixa. Para alcançar maiores índices de produtividade é necessário o emprego de tecnologias sustentáveis que interfiram nos fatores de produção, como o emprego de inoculantes microbianos capazes de disponibilizar o fósforo (P) para a planta. Neste contexto, estudos que visam conhecer a diversidade microbiana associada ao milho cultivado sob diferentes estresses pode propiciar o desenvolvimento de inoculantes microbianos eficientes na promoção de crescimento da planta. Este trabalho objetivou o estudo do perfil da comunidade bacteriana e de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) associados à rizosfera e partes internas da raiz do milho, cultivado com diferentes fontes de fosfato, utilizando a técnica t-RFLP. O DNA extraído do solo rizosférico e das bactérias endofíticas da raiz foi amplificado com primers para os genes 16S rRNA e 23S rRNA de bactérias e FMA, respectivamente. Os resultados mostraram que tanto a comunidade bacteriana como a de FMA sofreram alteração de acordo com a fonte de P adicionada. A comunidade bacteriana diferiu ainda com o ambiente colonizado, solo rizosférico e região interna da raiz (comunidade endofítica). Conclui-se então que diferentes tipos de adubação fosfatada modulam a composição da comunidade microbiana associada ao milho, o que deve ser um fator importante a ser considerado quando o objetivo for acessar esses microrganismos a partir de técnicas de isolamento e utilização destes como bioinoculantes.

**Termos de indexação:** tRFLP, bactéria, fungo, solo.

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na agricultura mundial, sendo o segundo cereal mais utilizado para o consumo humano (Monje, 2011). O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na agricultura mundial, sendo o segundo cereal mais utilizado para o consumo humano (Monje, 2011).

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes na agricultura mundial, sendo o segundo cereal mais utilizado para o consumo humano (Monje, 2011). Para o cultivo em larga escala desta *commoditie* é necessária a adição de fertilizantes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). O P é o terceiro componente que limita o crescimento das plantas e atua em inúmeros processos, incluindo fotossíntese, respiração, sinalização celular e síntese de ácidos nucleicos (Vance et al., 2003). Para o milho, o P é extremamente requerido no período de florescimento, completando sua exigência máxima quando os grãos começam a encher (Vasconcellos, 2000). Neste contexto, o efeito da interação planta-microrganismo pode ser benéfico para a planta hospedeira auxiliando no seu desenvolvimento (Mendes et al., 2013). Os microrganismos podem interagir de diferentes formas com as plantas, funcionando coletivamente como um microbioma. Eles podem colonizar os tecidos internos das plantas, sendo nomeados microrganismos endofíticos, a superfície das folhas (epifíticos) e compartimentos da raiz separadamente: rizosfera, rizoplane e endosfera (Ryan et al., 2008; Philippot et al., 2013).

O conhecimento e a manipulação do microbioma das plantas podem configurar em um recurso biotecnológico alinhado aos interesses de diminuição do custo de produção e aumento da sustentabilidade na agricultura. Uma tecnologia promissora consiste no uso de inoculantes

microbianos com capacidade de promover o crescimento vegetal ou atuarem como agentes de controle biológico de pragas e doenças (Mendes et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil da comunidade bacteriana e de fungos micorrízicos arbusculares associados à rizosfera e partes internas da raiz do milho, cultivado com diferentes fontes de fosfato, utilizando a técnica t-RFLP (*Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism*).

### MATERIAL E MÉTODOS

#### **Delineamento experimental**

O experimento foi instalado na Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG (19°28'S 44°15'W),

sendo composto por três tratamentos (T1: Solo agrícola sem adição de P; T2: Solo agrícola com adição de P solúvel; T3: Solo agrícola com adição de fosfato de Araxá), sendo um total de nove parcelas, divididas em três blocos sob a disposição de delineamento experimental de blocos casualizados. O milho híbrido 30F35YH da Embrapa Milho e Sorgo foi plantado manualmente com matraca em linhas de 5 m de comprimento, espaçadas entre si em 70 cm. O tratamento com adubação fosfatada recebeu 100 Kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a partir de trifosfato triplo e fosfato de Araxá aplicados a 5 cm de profundidade, através da abertura de sulcos com enxada abaixo e ao lado da linha de plantio. Após 60 dias do plantio, de cada repetição, foram coletadas 5 plantas, totalizando 15 plantas por tratamento e 45 amostras totais. Estas foram transportadas para o laboratório em sacos plásticos.

#### Coleta e processamento das amostras

Subamostras das raízes com o solo rizosférico aderido foram processadas para extração do DNA total. Inicialmente, as amostras recém colhidas no campo foram lavadas com a pressão da água para retirar o excesso de solo. Em torno de 5 g das raízes mais finas com solo rizosférico aderido foram adicionadas em tubo cônico contendo 30 mL de tampão fosfato (6,33 g L<sup>-1</sup> de NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O e 16,5 g L<sup>-1</sup> de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O). Os tubos foram agitados por 15 seg e as raízes transferidas para novo tubo de 50 mL contendo 30 mL do tampão fosfato. O solo obtido deste procedimento correspondeu a primeira fração. Em seguida, as raízes foram homogeneizadas e sonicadas em baixa frequência (50-60 Hz) por 5 min, sendo 5 vezes de sonicação de 30 s, seguidos de 30 seg de descanso. As raízes foram transferidas para novo tubo contendo 30 mL do tampão fosfato e obteve-se a segunda fração de solo (Lundberg et al., 2012). As duas frações de solo rizosférico foram misturadas, centrifugadas, sendo o pellet congelado em nitrogênio líquido e armazenado a -80°C. Para a obtenção das bactérias endofíticas das raízes, estas foram lavadas com água destilada até ficarem claras e submetidas a desinfecção. Para tal, as raízes foram mantidas imersas durante 3 min em 30 mL de solução de etanol 70% (v/v), lavadas com água destilada para retirar o excesso de álcool, e imersas em 30 mL de hipoclorito de sódio 2% (m/v) por 5 min. Ao final, as raízes foram lavadas por 4 vezes com água destilada autoclavada, sendo a última água plaqueada para verificar da eficiência da desinfecção (Bulgari et al., 2009). A seguir, a liberação das células bacterianas foi realizada segundo metodologia estabelecida por Sessitsch et al. (2012), com modificações. Brevemente, as raízes foram cortadas e após a realização de ranhuras com bisturi estéril, as mesmas

foram transferidas para erlenmeyer contendo solução salina 0,85% (v/v) e esferas de vidro. Após agitação de 200 rpm por 7 horas à temperatura ambiente, a suspensão foi filtrada em membrana de 5 m utilizando sistema a vácuo. O permeado foi filtrado em membrana com poro de 0,22 µm para concentrar as células bacterianas e estas membranas foram armazenadas a -80 °C.

#### Extração do DNA

Para a extração do DNA genômico do solo e das membranas contendo as células bacterianas foi utilizado o kit Power Max Soil DNA (MoBIO Laboratories, Inc.), seguindo instruções do fabricante. A qualidade do DNA foi avaliada em eletroforese em gel de agarose 1% (m/v) e a quantificação realizada em espectrofotômetro (NanoDrop Technologies, Wilmington, DE).

#### T-RFLP

Para análise de bactérias, região do gene 16S rDNA foi amplificada com os primers 8F (6-FAM) e 1492R (LaMontagne et al., 2002). A reação de PCR foi constituída por 50 ng de DNA, 0,25 mmol/L de cada primer, 5 µL de tampão de reação 10X, 3 mmol/L de MgCl<sub>2</sub>, 0,125 mmol/L de dNTPs, 2,5 U de Taq DNA polimerase (Invitrogen, Paisley, UK) em 50 µL.

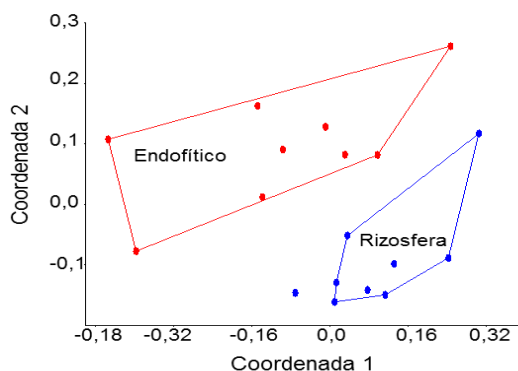
Para a amplificação do gene 23S rDNA de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), foi utilizado nested-PCR a partir de reação com primers LR1 e FLR2 (Trouvelot et al., 1999). A reação inicial constituiu de 50 ng de DNA, 0,2 mmol/L de primer, 5 µL de tampão de reação 10X, 2,5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 0,125 mmol/L de dNTPs, 2,5 U de Taq DNA polimerase (Invitrogen), em 50 µL. Para a 2ª reação de PCR foram utilizados 2,5 µL do produto da 1ª reação e os primers FLR3 (6-FAM) e FLR4 (NED) (Gollotte, 2004). As condições de PCR foram as mesmas utilizadas na 1ª reação. Os fragmentos amplificados foram digeridos com as enzimas de restrição AluI (16S rDNA) e TaqI (23S rDNA). Para a digestão foram utilizados 10 µL do produto de PCR, 2 µL de tampão 10X e 1 U de cada enzima em 20 µL.

Para avaliar os fragmentos de DNA gerados, 2 µL da digestão foram misturados a 9,8 µL de formamida deionizada (Applied Biosystems, Foster City, CA, EUA) e 0,2 µL de padrão ROX 500 (Applied Biosystems). A análise foi realizada no equipamento Genetic Analyzer 3500XL (Applied Biosystems) com o software GeneMapper 5.0. Posteriormente, os dados foram analisados no software online T-REX (Culman et al., 2009), possibilitando filtragem dos ruídos e alinhamento automático do tamanho dos fragmentos. Em seguida, os dados foram exportados em planilha

binária e ordenados pela análise de componentes principais (PCA) ou por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) a partir de uma matriz de similaridade de Jaccard utilizando o programa Past versão 3.04 (Hammer et al., 2001).

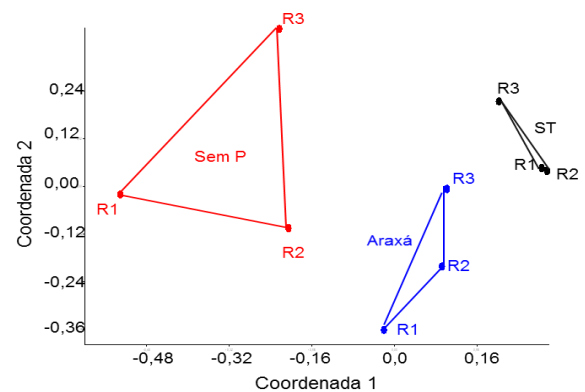
**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar a separação da comunidade bacteriana em função dos ambientes, solo rizosférico e interior da raiz (**Figura 1**). Os microrganismos podem interagir de diferentes formas com as plantas e colonizar os tecidos internos e externos, bem como a região da rizosfera. Entretanto, cada ambiente apresenta características físicas e químicas diferenciadas, o que pode desencadear a seleção de distintas comunidades microbianas. A região da rizosfera é caracterizada por receber metabólitos produzidos pela planta, como mucilagens e exsudados liberados pelas raízes que estimulam o crescimento e a diversidade da microbiota (Bais et al., 2011). A rizosfera sofre influência direta dos componentes do solo e de estresses abióticos, como disponibilidade de água e nutrientes. Já a comunidade microbiana que habita o interior da planta está em um ambiente protegido, porém exposta a outros estresses bióticos, como as pressões de seleção do sistema de defesa das plantas, selecionando os microrganismos capazes de penetrar nos tecidos vegetais sem serem reconhecidos como patógenos (Kogel et al., 2006).



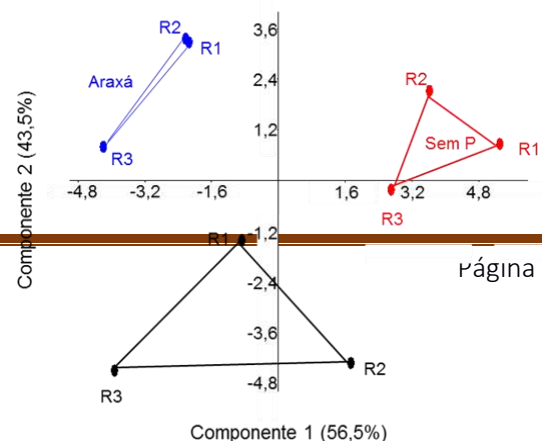
**Figura 1.** Análise de escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) da diversidade genética, determinada por T-RFLP, de para bactérias rizosféricas e endofíticas de milho.

Além da diferença encontrada entre os ambientes rizosfera e interior da planta, observa-se também que a comunidade microbiana de bactérias agrupou em função da fonte de P adicionada ao solo, indicando que, independente do ambiente avaliado, o tipo de adubação fosfatada afetou a composição da comunidade bacteriana (**Figuras 2 e 3**). Para os fungos micorrízicos arbusculares também foi observada separação das amostras de acordo com o tipo de adubação fosfatada (**Figura 4**).

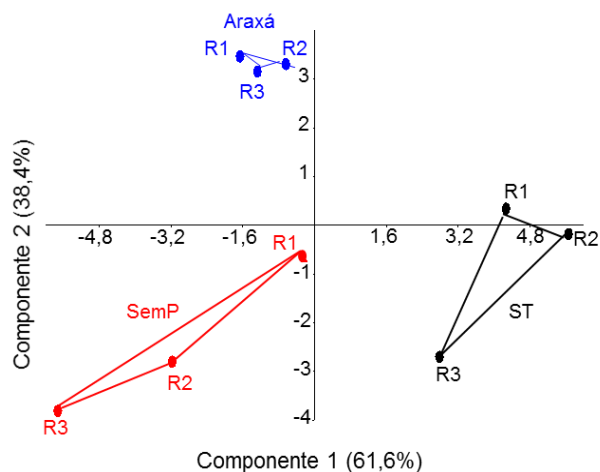


**Figura 2.** Análise de escalonamento multidimensional não-métrico (MDS) para bactéria endofítica em função das fontes de P: Sem adição de P (vermelho), fósforo de Araxá (azul) e P solúvel (preto).

**Figura 3.** Análise de componentes principais para bactéria da rizosfera em função das fontes de P: Sem adição de P (vermelho), fósforo de Araxá (azul) e P solúvel (preto).







**Figura 4.** Análise de componentes principais da diversidade genética, determinada por T-RFLP, de para fungos micorrízicos em função das fontes de P: Sem adição de P (vermelho), Araxá (azul) e P solúvel (preto).

Toljander et al. (2008) verificaram também o efeito da fertilização na comunidade bacteriana e de FMA comparando tratamentos com fertilizantes orgânicos e inorgânicos por T-RFLP. As modificações foram correlacionadas com o nível de fosfato no solo, mas principalmente com o pH do solo.

Estudos que visam conhecer a diversidade microbiana associada ao milho cultivado sob diferentes estresses e entender o seu papel na nutrição desta cultura podem direcionar a busca por microrganismos eficientes na promoção do crescimento, propiciando o desenvolvimento de inoculantes microbianos eficazes no suprimento de nutrientes para a cultura do milho.

## CONCLUSÕES

A estrutura das comunidades bacterianas associadas ao milho pode variar em função da parte da planta colonizada, rizosfera e endosfera da raiz.

A fonte de P adicionada ao solo também afeta a diversidade da comunidade de bactérias tanto na rizosfera quanto na endosfera, bem como a composição da comunidade de FMA.

O t-RFLP apresenta sensibilidade para detecção das diferenças na estrutura das comunidades de bactéria e FMA associados às plantas de milho.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais -

FAPEMIG e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior - CAPES.

## REFERÊNCIAS

BAIS, H.P.; WEIR, T.L.; PERRY, L.G.; GILROY, S.; VIVANCO, J.M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annual Reviews of Plant Biology**. v.57, n. 1, p. 233–266, 2011.

BULGARI D., et al. (2009) Endophytic bacterial diversity in grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves described by 16S rRNA gene sequence analysis and length heterogeneity-PCR. **J. Microbiol.** v.47, p.393-401.

CULMAN, S. W.; BUKOWSKI, R.; GAUCH, H. G.; CADILLO-QUIROZ, H.; BUCKLEY, D. H. T-REX: Software for the processing and analysis of T-RFLP data. **BMC Bioinformatics**, v.10, p.171-180, 2009.

GOLLOTTE, A.; VAN TUINEN, D.; ATKINSON, D. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi colonising roots of the grass species *Agrostis capillaris* and *Lolium perenne* in a field experiment. **Mycorrhiza**, Berlin, v.14, p.111-117, 2004.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past**: Palaeontological statistics software package for education and data analysis: version. 1.37. 2011. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001\_1/past/issue1\_01.htm>. Acesso em: 28 mar. 2016.

KOGEL, K.H.; FRANKEN, P.; HÜCKELHOVEN, R. Endophyte or parasite - what decides? **Current Opinion Plant Biology**. v.9, p. 358-363, 2006.

LAMONTAGNE, M. G.; MICHEL, JR.; HOLDEN, P. A.; REDDY, C. A. Evaluation of extraction and purification methods for obtaining PCR-amplifiable DNA from compost for microbial community analysis. **Journal of Microbiological Methods**, Amsterdam, v.49, p.255-264, 2002.

MENDES, R.; GARBEVA, P.; RAAIJMAKERS, J.M. The rhizosphere microbiome: significance of plant-beneficial, plant-pathogenic and human-pathogenic microorganisms. **FEMS Microbiology Review**, v.37, p.634-663, 2013.

MONJE, D. M. J. Microbial ecology of endophytic bacteria in zea species as influenced by plant genotype, seed origin, and soil environmental – **Tese de doutorado**. University of Guelph, 2011.

PHILIPPOT L., RAAIJMAKERS J. M., LEMANCEAU P., VAN DER PUTTEN W. H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. **Nature Reviews Microbiology**, v.11, p.789-799, 2013.

RYAN R. P., GERMAINE K., FRANKS A., RYAN D. J., DOWLING D. N. Bacterial endophytes: recent developments and applications. **FEMS Microbiology Letters**, v.278, p.1–9, 2008.



- SESSITSCH, A.; HARDOIM, P.; DÖRING, J.; WEILHARTER, A.; KRASSEL, S.; DUROUVELOT, S.; Van TUINEN, D.; HIJRI, M.; GIANINAZZI-A.; WOYKE, T.; MITTER, B.; HAUBERG-LOTTE, L.; FRIEDRICH, PEARSON, V. Visualization of ribosomal DNA loci in spore RAHALKAR, M.; HUREK, T.; SARKAR, A.; BODROSSY, A., *Vit*, phasic nuclei of glomalean fungi by fluorescence *in situ* OVERBEEL, L.; BRAR, D.; VAN ELSAS, J. D.; REINHOLD-HUREK, *Hybridization. Mycorrhiza*, Amsterdam, v.8, p.203-206, 1999.
- Functional characteristics of an endophyte community colonizing rice roots as revealed by metagenomic analysis. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v.25, p.28-36, 2012.
- ACQUINO, C. P., EHDE-STONE C., ALLAN, DL. Phosphorous acquisition and use: critical adaptations by plants for screening a renewable resource. **New Phytology**. v.157, p.423-447, 2003.
- TOLJANDER, J.F., SANTOS-GONZÁLEZ, J.C., TEHLER, A., FINLAY, R.D. Community analysis of arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria in the maize mycorrhizosphere in a long-term fertilization trial. **FEMS Microbiology Ecology**. v.65, p.323-338, 2008.
- CONCELLOS, C. A.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E. DE; FERNANDES, V. M. C. Fósforo para o milho. **Cultivar Grandes Culturas** – artigos técnicos. 2000.

## Redução de nitrogênio na cultura do milho e uso de *Azospirillum brasilense* em espaçamento reduzido

**Kathia Szeuczuk<sup>(1)</sup>; Marcelo Cruz Mendes<sup>(2)</sup>; Alan Stadler<sup>(3)</sup>; Marcos Ventura Faria<sup>(4)</sup>; João Vitor Gomes Pasquetto<sup>(5)</sup>; Cristhian Ribas Sékula<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava - PR; kahh.szeuczuk@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; <sup>(3)</sup> Estudante – Pós-graduação Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; <sup>(4)</sup> Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; <sup>(5)</sup> Pesquisador; Stoller do Brasil; <sup>(6)</sup> Engº Agrônomo; Grupo - MLCV.

**RESUMO:** A alta demanda por fertilizantes nitrogenados, em conjunto com seu alto custo, tem gerado necessidade de pesquisas para o processo de fixação natural. O objetivo deste trabalho foi avaliar modos de aplicação de *Azospirillum brasilense* na formulação líquida e sua associação com a redução de nitrogênio em cobertura, na cultura do milho em espaçamento reduzido e o efeito no teor de nitrogênio foliar e grão e nas características agrônômicas, na safra agrícola 2015/16. O experimento foi instalado na Fazenda Três Capões, localizada no município de Guarapuava – PR, foi utilizado o híbrido DKB 240 PRO3. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco repetições, sendo um híbrido de milho e seis tratamentos com diferentes doses de adubação nitrogenada com ou sem associação a *Azospirillum brasilense*, sendo T1: testemunha, T2: 55 kg ha<sup>-1</sup> de N, T3: 110 kg ha<sup>-1</sup> de N, T4: 55 kg ha<sup>-1</sup> + inoculação no TS, T5: 55 kg ha<sup>-1</sup> + inoculação no sulco e T6: 55 kg ha<sup>-1</sup> + inoculação em área total. Os parâmetros avaliados foram stand inicial, NF, NGF, MS, N foliar, N grão, P1000 e PROD. Não há incremento no teor de nitrogênio foliar e no grão quando utilizado o inoculante a base de *Azospirillum brasilense* na forma líquida. O tratamento com inoculante a base de *Azospirillum brasilense* nas dosagens de 100 e 200 mL ha<sup>-1</sup> em TS e sulco respectivamente, bem como os tratamentos sem o inoculante propiciam incremento de produtividade de grãos.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, bactéria diazotrófica, fertilizantes nitrogenados.

### INTRODUÇÃO

A cultura do milho é exigente em nutrientes sendo o nitrogênio (N) o nutriente de maior

importância, e sua deficiência pode ocasionar perdas no rendimento de grãos na ordem de 10 a 20%. A deficiência de N nas plantas causa o amarelecimento das folhas velhas, sendo seguido por clorose generalizada e perda das folhas (Subedi et al., 2009).

A alta demanda por fertilizantes nitrogenados, em conjunto com seu alto custo, tem gerado necessidade de pesquisas para o processo de fixação natural (Saikia & Jain, 2007). De maneira que o único processo biológico para aquisição de N disponível na natureza, é a fixação biológica de nitrogênio (FBN) feito por organismos específicos denominados diazotróficos (Araújo et al., 2014).

Nesse sentido, trabalhos com *Azospirillum* spp. têm mostrado favorecimento nos componentes de produção e a produtividade de grãos do milho (Kappes et al., 2013), incremento de massa seca de parte área e na produção de grãos no primeiro e segundo ano do experimento (Lana et al., 2012). E de acordo com Bashan et al. (2004), a inoculação com *Azospirillum* spp. reduz o uso de fertilizantes nitrogenados em 20-50%.

Com base no exposto o objetivo deste trabalho foi avaliar modos de aplicação de *Azospirillum brasilense* na formulação líquida e sua associação com a redução de nitrogênio em cobertura, na cultura do milho em espaçamento reduzido e o efeito no teor de nitrogênio foliar e grão e nas características agrônômicas, na safra agrícola 2015/16.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado a safra agrícola 2015/16, na Fazenda Três Capões, localizada no município de Guarapuava - PR. O local possui altitude média de 948 m de altitude, a 25° 26' 57.79" de latitude Sul, e 51° 38' 29.18" de longitude oriental

Oeste. O experimento foi instalado no sistema de plantio direto (SPD), em área onde havia a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) no inverno como cobertura do solo.

A topografia da região é considerada plana, e o clima é classificado como Cfb (subtropical mesotérmico úmido), sem estação seca definida, com verões frescos e invernos com ocorrência de geadas severas e frequentes conforme classificação de Köppen, sendo a temperatura média anual de 16,8° C, a média máxima 36 °C e a mínima, 6,8 °C. A precipitação média anual é de 1500 mm e umidade relativa de 77,9%. O solo é classificado como Latossolo Bruno Distrófico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006).

Foi utilizado o híbrido DKB 240 PRO3 e a semeadura realizada dia 17/10/2015. Para adubação de base foi utilizado 250 Kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado NPK 08-28-16, o qual sete dias antes da semeadura foi depositado no solo.

A semeadura foi realizada com o auxílio de matracas, depositando a semente na linha anteriormente sulcada. Após as plantas atingirem o estágio fenológico V4 (4 folhas expandidas), realizou-se um desbaste deixando 3,4 plantas m<sup>-1</sup> linear e uma população de 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com cinco repetições, sendo um híbrido de milho e seis tratamentos com diferentes doses de adubação nitrogenada com ou sem associação à bactéria diazotrófica do gênero *Azospirillum brasilense* utilizando o produto comercial Masterfix L Gramíneas® (2x10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup>) e um tratamento testemunha, sem adubação e sem inoculação, totalizando 30 parcelas a campo. Foram realizadas aplicações de três maneiras diferentes da bactéria, via tratamento de sementes, aplicação em sulco com volume de 50 L ha<sup>-1</sup> e aplicação foliar com volume 150 L ha<sup>-1</sup> (estádio V4) conforme especificado na **tabela 1** abaixo.

**Tabela 1.** Tratamentos e forma de aplicação para o híbrido comercial DKB 240 PRO3. Guarapuava, 2016.

Trat.	Característica dos tratamentos
T1	Testemunha absoluta (sem N e sem inoculação)
T2	55 Kg ha <sup>-1</sup> de N
T3	110 Kg ha <sup>-1</sup> de N
T4	55 Kg ha <sup>-1</sup> de N + inoculação no TS (1 dose ha <sup>-1</sup> )
T5	55 Kg ha <sup>-1</sup> de N inoculação no sulco de plantio (2 dose ha <sup>-1</sup> )
T6	55 Kg ha <sup>-1</sup> de N + inoculação em pulverização (2 dose ha <sup>-1</sup> )*

\* 1 dose de Masterfix L Gramíneas = 100 mL ha<sup>-1</sup>; TS: tratamento de sementes.

Os parâmetros avaliados foram stand inicial (20 dias após semeadura) (STAND), número de fileiras de grão espiga<sup>-1</sup> (10 espigas por parcela) (NF), número de grãos por fileira (NGF), massa seca de parte aérea (MS), teor de nitrogênio foliar (N foliar)

utilizando-se para a determinação da folha oposta abaixo da espiga de duas plantas por parcela, teor de nitrogênio no grão (N grão), peso de mil grãos (P1000) produtividade de grãos (PROD).

Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, sendo o programa utilizado o SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento observa-se que para os parâmetros de STAND, N foliar e N grão todos os tratamentos não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha. Para número de fileiras (NF) não houve diferença significativa entre tratamento testemunha sem inoculação e os demais tratamentos com inoculação de *A. brasilense* e aplicação de N (**Tabela 2**) concordando com os resultados de Novakowski et al. (2011), em que a inoculação com *A. brasilense* não demonstrou diferença significativa com a testemunha.

**Tabela 2.** Médias das avaliações dos parâmetros estudados associados ao uso de diferentes doses de *Azospirillum brasilense*<sup>1</sup> em três diferentes modos de aplicação na cultura do milho. Guarapuava, 2016.

N	Azo	Modo Aplicação	STAND	NF	NGF	MS
0	0	-	33 a	14 a	35 b	12.669 b
50%	0	-	33 a	14 a	37 a	17.305 a
100%	0	-	33 a	14 a	38 a	17.210 a
50%	100	TS	34 a	14 a	37 a	19.149 a
50%	200	Sulco	32 a	16 a	36 b	16.453 a
50%	200	Área total	33 a	14 a	36 b	17.031 a
<b>Média</b>			33	14	37	16.636
<b>C.V.%</b>			5,74	2,64	3,07	15,73
N	Azo	Modo Aplicação	N foliar	N grão	P1000	PROD
0	0	-	16,82 a	17,77 a	297,09 a	9.171 c
50%	0	-	15,70 a	19,57 a	297,66 a	11.655 b
100%	0	-	14,94 a	18,95 a	304,02 a	13.884 a
50%	100	TS	17,42 a	20,11 a	291,25 a	12.807 a
50%	200	Sulco	17,50 a	21,79 a	301,42 a	12.418 a
50%	200	Área total	16,06 a	29,89 a	274,14 b	11.263 b
<b>Média</b>			16,41	19,85	294,26	11.866
<b>C.V.%</b>			34,77	15,06	3,26	8,92

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.

\* TS – tratamento de semente; SULCO – aplicação no sulco de plantio; Área total – aplicação foliar na área da parcela em V4.\*\* Stand inicial - 20 dias após a semeadura (STAND); número de fileiras de grãos (NF); número de grãos por fileira (NGF); matéria seca por hectare (MS); teor de nitrogênio na folha (N foliar); teor de nitrogênio no grão (N grão); P1000 (peso de 1000 grãos em gramas); PROD (Produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> a 13% de umidade).

Levando em consideração o parâmetro de número de grãos por fileira (NGF), os tratamentos 2, 3 e 4 diferiram estatisticamente do tratamento testemunha sendo semelhante aos dados de Novakowski et al. (2011), que encontraram nas aplicações de N com 75 e 150 kg ha<sup>-1</sup> sem inoculação valores superiores estatisticamente a testemunha.

Considerando o atributo de matéria seca (MS), os tratamentos com e sem inoculação da bactéria diazotrófica não diferiram entre si, porém, foram superiores de maneira significativa quando comparados com o tratamento testemunha (**Tabela 2**) corroborando com os resultados encontrados por Portugal (2015), que não observou diferença estatística para MS nos tratamentos com e sem inoculação de *A. brasilense*.

Para a variável peso de mil grãos (P1000) o tratamento 6 com 50% de N e aplicação de *A. brasilense* em área total se mostrou inferior ao tratamento testemunha e os demais tratamentos com diferença estatística. Para a variável produtividade de grãos (PROD) o tratamento testemunha apresentou-se igual ao tratamento 6 estatisticamente, enquanto os demais tratamentos foram superiores significativamente ao tratamento testemunha (**Tabela 2**).

Segundo Libório et al. (2015), analisando doses de N e inoculação com *A. brasilense* encontraram resultados contrastantes para P100 em que a dose de 50% de N + inoculante em TS mostrou-se significativamente maior que o tratamento testemunha.

Para o parâmetro de PROD os tratamentos com 50 e 100% de N + inoculante em TS e 100% de N sem inoculante apresentaram-se superiores estatisticamente a testemunha concordando com os dados encontrados neste trabalho. Mendes et al. (2014), também encontraram aumento de produtividade quando se aplicou *A. brasilense* em com dose reduzida de N em milho.

### CONCLUSÕES

Não há incremento no teor de nitrogênio foliar e no grão quando utilizado o inoculante a base de *Azospirillum brasilense* na forma líquida nas diferentes doses de nitrogênio.

O tratamento com inoculante a base de *Azospirillum brasilense* nas dosagens de 100 e 200 mL ha<sup>-1</sup> em TS e sulco respectivamente, bem como

os tratamentos sem o inoculante propiciam incremento de produtividade de grãos.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e aos integrantes do grupo de pesquisa em plantio direto - NPD, que me auxiliaram na realização do trabalho, bem como a Fundação Araucária e CNPq pelo apoio financeiro e a Stoller do Brasil Ltda por ter fornecido as bactérias em estudo.

### REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. O.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; NUNES, D. P.; SCALON, S. P. Q. Qualidade de sementes de milho em resposta à adubação nitrogenada e à inoculação com bactérias diazotróficas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 159-165, 2014.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; BASHAN, L. E. *Azospirillum* - plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003) **Can. J. Microbiol.**, v. 50, p. 521–577, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.
- KAPPES, Claudinei et al. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 527-538, mar./abr. 2013.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudo de los climas de La tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- LANA, M.C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J.E. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize, **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 3, p. 399-405, 2012.
- LIBÓRIO, P. H. S.; TORNELI, I. M. B.; NÓBILE, F. O.; GUERREIRO, R. D.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. Avaliação de híbridos de milho quanto a inoculação e adubação nitrogenada. **Ciência & Tecnologia: Jaboticabal**, v. 7, n. especial, 2015.
- MENDES et al. Estudo de dose e modo de aplicação de *Azospirillum Brasilense* com redução da adubação de cobertura na cultura do milho. In: XXX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2014. **Anais...** Salvador: Embrapa, 2014.



NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A.; NOVAKOWISKI, J. H.; CHENG, N. C. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1687-1698, 2011.

PORTUGAL, J. R. **Coberturas vegetais e doses de nitrogênio, associadas à inoculação com *Azospirillum brasilense*, no cultivo do milho na região de Cerrado**. 2015, 106f. (Dissertação em sistemas de produção) - Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP, 2015.

SAIKIA, S. P.; JAIN, V. Biological nitrogen fixation with non-legumes: an achievable Target or a dogma? **Current Science**. Bangalore. v. 92, n. 3, p. 317-322, 2007.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L. Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 110, n. 1, p. 21-26, 2009.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”

---

## Doses e épocas de aplicação do nitrogênio no milho safrinha.

**Douglas de Castilho Gitti<sup>(1)</sup>; Andre Faleiros Lourenção<sup>(2)</sup>; José Fernando Jurca Grigolli<sup>(3)</sup>;  
Alex Marcel Melotto<sup>(4)</sup>; Renato Roscoe<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Pesquisador Fertilidade do Solo; Fundação MS; Maracaju, MS; douglas@fundacaoms.org.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador Fitotecnia Milho; Fundação MS; <sup>(3)</sup> Pesquisador Fitossanidade; Fundação MS; <sup>(4)</sup> Pesquisador Sistemas Integrados; Fundação MS; <sup>(5)</sup> Engenheiro Agrônomo Doutor.

**RESUMO:** O crescimento e desenvolvimento das culturas apresentam alta demanda de nitrogênio (N). Sua dinâmica no solo (lixiviação e volatilização) e elevado custo torna-o de grande interesse em estudos que objetivam sua otimização nos sistemas de produção. O trabalho teve como objetivo avaliar a influência de doses crescentes de N na produtividade do milho safrinha com aplicação em cobertura em dois estádios fenológicos. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Naviraí e Maracaju, MS, durante a safrinha de 2015 em sucessão a cultura da soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em cinco doses de N – 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a aplicação em cobertura realizada nos estádios fenológicos V3 (experimentos 1 e 2) e V6 (experimento 3 e 4) do milho, utilizando como fonte nitrogenada a ureia convencional (45-00-00). Foi avaliada a população final de plantas, número de espigas, massa de 100 grãos e produtividade. Concluiu-se que: a aplicação de N em cobertura no estádio fenológico V3 do milho safrinha aumento a produtividade de grãos nos municípios de Naviraí e Maracaju de maneira distinta.

**Termos de indexação:** Ureia, Cobertura, Plantio direto.

### INTRODUÇÃO

A produção de milho (*Zea mays* L.) no Brasil na safra 2014/15 foi de 84,7 milhões de toneladas, sendo a segunda safra ou safrinha, responsável por 64,4% da produção nacional de milho (CONAB, 2016). O Mato Grosso do Sul produz 10,9% do milho brasileiro, sendo que 98,1% da produção estadual provêm do sistema de produção de milho safrinha em sucessão a cultura da soja.

O nitrogênio (N) é constituinte de vários compostos em plantas, destacando-se os

aminoácidos, ácidos nucleicos e clorofila. O N pode ingressar no sistema solo-planta pela decomposição da matéria orgânica, deposições atmosféricas, fixação biológica - simbiótica ou não e pelas adubações químicas e orgânicas. Por ser um nutriente absorvido em grandes quantidades pelas plantas cultivadas, e por apresentar altas perdas por lixiviação e volatilização, quando utilizado em condições desfavoráveis, pode representar o nutriente mais caro para a agricultura (Cantarella, 2007).

A implantação da cultura do milho em sucessão a soja, a possibilidade da ocorrência de déficit hídrico no período de cultivo e dúvidas quanto à dose a ser aplicada em cobertura são fatores que influenciam os produtores na utilização de fertilizantes nitrogenados, embora autores mencionem resposta à adubação nitrogenada em cobertura do milho safrinha (Roscoe; Miranda, 2013; Mar et., 2003; Kappes et al., 2009; Soratto et al., 2010).

Para tanto, foram conduzidos dois experimentos (Naviraí e Maracaju, MS) para análise da influência na produtividade do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação do N em cobertura durante a safrinha de 2015.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Naviraí e Maracaju, MS, nas unidades de pesquisa da Fundação MS, localizadas nas Fazendas Santa Rosa e Alegria, respectivamente. As características químicas do solo em Naviraí e Maracaju na profundidade de 0-20 cm foram: pH CaCl<sub>2</sub> = 4,5 e 5,0, matéria orgânica = 16,4 e 34,0 g dm<sup>-3</sup>, P Mehlich = 23,3 e 5,0 mg dm<sup>-3</sup>, K = 0,06 e 0,16 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ca = 1,40 e 5,45 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 0,75 e 1,15 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Al = 0,14 e 0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, CTC = 5,6 e 11,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, V% = 39,4 e 57,3 e argila = 15 e 37%, respectivamente.

Foram conduzidos 4 experimentos durante a safrinha de 2015 em sucessão a cultura da soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram em 5 doses de N – 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a aplicação em cobertura realizada nos estádios fenológicos V3 (experimentos 1 e 2) e V6 (experimento 3 e 4) do milho, utilizando como fonte nitrogenada a ureia convencional (45-00-00). Os experimentos 1 e 3 foram conduzidos em Naviraí, e os experimentos 2 e 4 em Maracaju.

Foi utilizado o híbrido AG 9040 YG e a semeadura realizada nos dias 08 e 11 de fevereiro de 2015 em Naviraí e Maracaju, respectivamente, com a densidade de 60.000 sementes por ha. O tratamento de sementes foi realizado com os produtos Standak® e Cruiser® nas doses de 4 e 10 mL kg<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente.

A adubação consistiu na aplicação de 320 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante 12-15-15 em Naviraí, e 120 kg/ha do fertilizante MAP 11-52-00 em Maracaju. A aplicação de ureia (45-00-00) em cobertura nos estádios V3 e V6 em Naviraí foram realizadas nos dias 21 de fevereiro e 05 de março de 2015, e em Maracaju nos dias 10 e 20 de março de 2015.

As avaliações da população final de plantas por ha, número de espigas por ha, massa de 100 grãos e produtividade foram realizadas no momento da colheita do milho, nos dias 27 e 31 de julho de 2015 em Naviraí e Maracaju, respectivamente.

Foi realizada a análise de variância dos resultados pelo teste F e após identificação de significância (p<0,05) submeteu-se os dados a análise de regressão. Foi utilizado o programa estatístico Sisvar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento das doses de N aplicadas em cobertura no estádio V3 do milho safrinha aumentou o número de espigas por ha e a produtividade em Naviraí (Tabelas 1 e 2). No entanto, a aplicação das doses de N no estádio V6 não influenciou os componentes de produção avaliados.

Com a análise dos resultados, estima-se que a maior produtividade do milho safrinha (5.698 kg/ha) foi obtida com a estimativa da dose de 55,3 kg ha<sup>-1</sup> de N, conforme a equação  $y = 5.310,1785 + 14,0023x - 0,1265x^2$  (Tabela 2), com a aplicação em cobertura no estádio V3, utilizando ureia como fertilizante nitrogenado. O aumento da produtividade pode ser atribuído ao maior número de espigas por ha, também influenciado positivamente pelas doses de N (Tabela 1) aplicadas em V3.

Utilizando a equação de aumento de produtividade em relação a doses de N obtida no estádio V3 do milho safrinha, observa-se que na

ausência de N em cobertura a produtividade estimada foi de 5.310 kg ha<sup>-1</sup>. Assim, a aplicação de 55,3 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou o aumento de 388 kg ha<sup>-1</sup> em relação à produtividade na ausência de N, ou seja, 7,0 kg de milho por kg de N.

**Tabela 1** - População final de plantas por ha e número de espigas por ha do milho safrinha em função da aplicação de doses de N em cobertura nos estádios V3 e V6 no município de Naviraí, MS, 2016.

Doses N (kg ha <sup>-1</sup> )	População final (plantas ha <sup>-1</sup> )	Número de Espigas ha <sup>-1</sup>
Aplicação de ureia em V3 (Experimento 1)		
0	49.500	52.666 <sup>(1)</sup>
40	52.166	55.833
80	55.666	55.833
120	51.833	53.500
160	55.167	56.000
Teste F	3,21 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>*</sup>
CV	5,38	3,15
Aplicação de ureia em V6 (Experimento 3)		
0	50.166	53.666
40	45.999	47.833
80	47.666	49.666
120	52.166	54.166
160	51.833	54.000
Teste F	0,66 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>
CV	13,32	12,34

<sup>\*</sup> e <sup>ns</sup> - significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. CV – coeficiente de variação. <sup>(1)</sup>  $y = 53.376,3142 + 37,0217x - 0,1632x^2$  ( $R^2 = 0,29$ ).

**Tabela 2** - Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura nos estádios V3 e V6 no município de Naviraí, MS, 2016.

Doses N (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Aplicação de ureia em V3(Experimento 1)		
0	26,72	5.190 <sup>(1)</sup>
40	28,47	6.022
80	26,40	5.274
120	27,85	5.274
160	27,47	4.314
Teste F	0,83 <sup>ns</sup>	3,33 <sup>*</sup>
CV	6,72	12,73
Aplicação de ureia em V6 (Experimento 3)		
0	27,50	4.644
40	28,85	5.129



80	27,60	5.174
120	28,52	5.263
160	28,42	4.956
Teste F	1,09 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>
CV	3,91	7,38

e<sup>ns</sup> - significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. <sup>(1)</sup>  $y = 5.310,1785 + 14,0023x - 0,1265x^2$  ( $R^2 = 0,81$ ).

Melhores respostas na produtividade do milho safrinha foram obtidas com a aplicação do N em cobertura no estádio V3. Provavelmente a antecipação da aplicação de N (V3), em relação ao estádio V6, aumentou a disponibilidade de N para o milho entre os estádios V5 e V8, onde ocorre simultaneamente a iniciação das gemas que poderão evoluir para espigas, como também, a formação do número de fileiras de grãos por espiga, componentes de produção decisivos na construção da produtividade do milho.

Semelhante aos resultados obtidos no município de Naviraí, para a época de aplicação do N em cobertura, o aumento das doses de N aplicadas em cobertura no estádio V3 do milho safrinha aumentou o número de espigas por ha (Tabela 3) e a produtividade (Tabela 4) no município de Maracaju. A aplicação das doses de N no estádio V6 não influenciou os componentes de produção avaliados, em ambos os municípios (Tabelas 1 e 3).

**Tabela 3** - População final de plantas por ha e número de espigas por ha do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura nos estádios V3 e V6 no município de Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg/ha)	População final (plantas/ha)	Número de Espigas/ha
Aplicação de ureia em V3(Experimento 2)		
0	53.833	53.500 <sup>(1)</sup>
40	55.500	55.166
80	54.166	55.000
120	52.833	52.833
160	51.166	51.333
Teste F	2,10 <sup>ns</sup>	4,51 <sup>*</sup>
CV	3,97	2,80
Aplicação de ureia em V6 (Experimento 4)		
0	52.833	53.166
40	54.500	54.500
80	52.833	53.333
120	54.167	55.166
160	51.833	52.499
Teste F	0,55 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>
CV	5,48	5,20

\* e<sup>ns</sup> - significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. CV – coeficiente de variação. <sup>(1)</sup>  $y = 53.709,5500 + 42,8575x - 0,3720x^2$  ( $R^2 = 0,93$ ).

Em Maracaju, a estimativa da maior produtividade do milho safrinha (8.318 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida com a dose estimada de 99,1 kg ha<sup>-1</sup> de N, conforme a equação  $y = 7.476,5428 + 16,9891x - 0,0857x^2$  (Tabela 4), com aplicação em cobertura no estádio V3 utilizando como fertilizante nitrogenado a ureia. Como em Naviraí, o aumento da produtividade pode ser atribuído ao aumento do número de espigas por ha, também influenciado positivamente pelas doses de N (Tabela 3).

Analisando a equação de aumento de produtividade em relação a doses de N obtida no estádio V3 do milho safrinha em Maracaju (Tabela 4), observa-se que na ausência de N em cobertura a produtividade estimada foi de 7.476 kg ha<sup>-1</sup>. Assim, a aplicação de 99,1 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou o aumento de 842 kg ha<sup>-1</sup> em relação à produtividade obtida na ausência de N, ou seja, 8,5 kg de milho por kg de N.

**Tabela 4** - Massa de 100 grãos e produtividade do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura nos estádios V3 e V6 no município de Maracaju. Maracaju, MS, 2016.

Doses N (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Aplicação de ureia em V3 (Experimento 2)		
0	29,50 <sup>(1)</sup>	7.407 <sup>(2)</sup>
40	31,17	8.203
80	32,27	8.146
120	33,35	8.284
160	32,97	8.021
Teste F	5,67 <sup>*</sup>	2,31 <sup>ns</sup>
CV	4,10	5,76
Aplicação de ureia em V6 (Experimento 4)		
0	30,52	7.375
40	32,40	7.933
80	32,30	8.193
120	33,50	8.275
160	33,27	7.741
Teste F	2,53 <sup>ns</sup>	1,66 <sup>ns</sup>
CV	4,55	7,12

\* e<sup>ns</sup> - significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo Teste F, respectivamente. <sup>(1)</sup>  $y = 30,0300 + 0,0228x$  ( $R^2 = 0,86$ ). <sup>(2)</sup>  $y = 7.476,5428 + 16,9891x - 0,0857x^2$  ( $R^2 = 0,88$ ).

As respostas positivas e significativas do aumento das doses de N em cobertura na produtividade do milho safrinha foram obtidas com a aplicação do N em cobertura no estádio V3, tanto em Naviraí como

em Maracaju.

É possível aumentar a produtividade com a aplicação em cobertura de 55 kg ha<sup>-1</sup> de N no estádio V3 do milho safrinha no município de Naviraí, utilizando como fonte de nitrogênio a ureia. Em Maracaju, também houve aumento da produtividade com a aplicação em cobertura de 99 kg ha<sup>-1</sup> de N no estádio V3 do milho safrinha.

A melhor fertilidade do solo onde os experimentos foram conduzidos em Maracaju foi importante para a obtenção de maiores produtividades, como também, pelo maior incremento de grãos por kg de N aplicado em cobertura no estádio V3 do milho safrinha.

### CONCLUSÕES

Sugere-se que a aplicação de N no estádio fenológico V3 do milho safrinha pode aumentar a produtividade de grãos.

Maiores produtividades do milho safrinha foram obtidas com a aplicação de 55 e 99 kg ha<sup>-1</sup> de N nos experimentos conduzidos em Naviraí e Maracaju, respectivamente.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos funcionários da Fundação MS pela dedicação e comprometimento na execução das atividades de pesquisas, como também, a COPASUL pelo apoio e disponibilidade da área experimental em Naviraí.

### REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 7, p. 375-470.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. 8º Levantamento Safra 2015/2016. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_05\\_27\\_09\\_24\\_04\\_boletim\\_graos\\_maior\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_27_09_24_04_boletim_graos_maior_2016_-_final.pdf)>. Acesso em 9 de junho de 2016.

KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C.C.; YAMASHITA, O.M.; SILVA, J.A.N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 251-259, 2009.

MAR, G.D.; MARCHETTI, M.E.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, v. 62, p. 267-274, 2003.

ROSCOE, R.; MIRANDA, R.A.S. Manejo da adubação do milho safrinha. In: ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; PITOL, C.; MIRANDA, R.A.S. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno 2013**. Curitiba: Midiograf, 2013. cap. 1, p. 15-36.

SORATTO, R.P.; PEREIRA, M.; COSTA, T.A.M.; LAMPERT, V.N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 511-518, 2010.



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**

**"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"**

---

## Efeito a longo prazo da calagem superficial na cultura do milho em sistema plantio direto

**Pietro Hunger Micheri<sup>(1)</sup>; Claudio Hideo Martins da Costa<sup>(2)</sup>; Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>(3)</sup>; Jayme Ferrari Neto<sup>(1)</sup>; Katiuça Sueko Tanaka<sup>(1)</sup>. Murilo de Souza<sup>(1)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP; [phmicheri@yahoo.com.br](mailto:phmicheri@yahoo.com.br); <sup>(2)</sup> Professor; Universidade Federal de Goiás – Regional de Jataí; Jataí, GO; <sup>(3)</sup> Estudante; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP;

**RESUMO:** Os componentes da produção e a produtividade de grãos das culturas podem ser afetadas pelas modificações dos atributos químicos do solo causadas pela calagem em superfície. Este trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de calcário em superfície sobre os componentes da produção e a produtividade de grãos de milho, em região de inverno seco. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, Botucatu (SP), dando continuidade a um projeto de pesquisa que vem sendo conduzido desde o ano agrícola de 2002/03. A semeadura do milho foi realizada em dezembro de 2011. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições. As parcelas foram constituídas por quatro níveis de calcário (0, 1000, 2000 e 4000 kg ha<sup>-1</sup>) com última aplicação em outubro de 2010. Foram realizadas as seguintes avaliações: nutrição, população de plantas, componentes da produção e produtividade das culturas. A calagem melhora a nutrição da cultura do milho, e reflete diretamente nos componentes da produção e conseqüentemente em maiores produtividades de grãos.

**Termos de indexação:** calcário, *Zea mays*, nutrição plantas.

### INTRODUÇÃO

O milho é considerado sensível à acidez do solo, como a maioria das culturas, atingindo o máximo de produção por volta de 50-60% de saturação por bases (QUAGGIO, 2000). Vários estudos com aplicação superficial do calcário demonstraram a eficiência desta prática na produção de grãos de milho no sistema plantio direto (SPD) (Miranda & Miranda, 2000; Miranda et al., 2005; Caires et al., 2015). Porém, alguns estudos tem demonstrado elevada produtividade de milho obtidas na ausência de calagem, em solos com elevada acidez (pH baixo e Al<sup>3+</sup> alto) sob clima subtropical em SPD

(GATIBONI et al., 2003; PIRES et al., 2003; CAIRES; JORIS; CHURKA, 2011). As explicações para essas elevadas produtividades de grãos em solos ácidos sob SPD têm sido relacionadas com os seguintes fatores: (a) menor toxicidade do Al para as plantas, (b) concentrações suficientes de cátions trocáveis e (c) maior umidade disponível no solo (CAIRES, 2013).

Contudo, é provável que na maioria das regiões tropicais com inverno seco haverá incrementos na produtividade de grãos com a calagem no SPD, mesmo em superfície, diferentemente do que tem sido constatado na região subtropical. Isso porque, nessas regiões, a grande maioria das áreas cultivadas possui baixos teores de matéria orgânica e baixas quantidades de palha na superfície, acarretando, respectivamente, em menor armazenamento e maior evaporação da água do solo.

Esse trabalho objetivou avaliar a nutrição e produtividade de grãos das culturas do milho decorrentes da aplicação de calcário na superfície, em SPD consolidado, em região de inverno seco.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), apresentando como coordenadas geográficas 48° 23' de longitude Oeste de Greenwich e 22° 51' de latitude Sul, com altitude de 765 metros.

O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO distroférico. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. Durante a condução do experimento a precipitação e a temperatura média mensal foi de, respectivamente, 143 mm e 21,2 °C em dezembro de 2011, 357 mm e 23,4 °C em janeiro de 2012, 167



mm e 26,1 °C em fevereiro de 2012, 59 mm e 24,6 °C em março de 2012 e 250 mm e 23,1 °C em abril de 2012.

No início do experimento (Outubro de 2002) e antes da primeira (Agosto de 2004) e da segunda aplicação (Outubro de 2010) as características químicas do solo (0-20 cm) foram determinadas (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizado, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro doses de calcário dolomítico (0, 1.000, 2.000 e 4.000 kg ha<sup>-1</sup>), cujas características são: 23,3% de CaO, 17,5% de MgO e 87,5% de PRNT. As doses de calcário foram definidas de acordo com a análise química do solo na profundidade 0-0,20 m para elevar a saturação por bases a 70% (2.000 kg ha<sup>-1</sup>), metade da dose recomendada (1.000 kg ha<sup>-1</sup>), o dobro da dose recomendada (4.000 kg ha<sup>-1</sup>) e uma controle (sem aplicação).

O critério pré-estabelecido no início do experimento para reaplicação dos produtos foi quando a saturação por bases, na profundidade amostrada de 0-0,20 m, apresentasse valores inferiores a 50%, considerando como referência o tratamento com a aplicação apenas de calcário (Tabela 1).

No início do experimento a calagem superficial foi realizada em 15 de outubro de 2002, nas doses previstas para cada tratamento de calcário. As reaplicações foram realizadas nos dias 19 de novembro de 2004 e 18 de outubro de 2010.

A cultura do milho foi semeada no dia 22 de dezembro de 2011, utilizando-se o híbrido 2B433, de ciclo médio e exigente em fertilidade do solo, no espaçamento de 0,45 m entre as linhas. Para a adubação de base nos sulcos foram utilizados 350 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), levando-se em conta as características químicas do solo e as recomendações para a cultura do milho (Cantarella et al., 1997). O controle de plantas daninhas foi realizado dia 12 de janeiro de 2012, com uso dos herbicidas Atrazine (2500 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) e Nicossulfurom (50 g ha<sup>-1</sup> do i.a.). Em 17 de janeiro de 2012 foi realizada a adubação de cobertura, aplicando-se 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de nitrato de amônio nas entrelinhas. Para o controle de pragas foram realizadas três aplicações, sendo a primeira de Lambda-cialotrina + Thiamethoxam (20 e 28 g ha<sup>-1</sup> do i.a., respectivamente) em 17/01/2012, a segunda de Deltametrina (21,6 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) em 30/01/2012 e a terceira de Espinosade (48 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) em 10/02/2012.

No dia anterior à colheita realizou-se a coleta de plantas para determinação dos componentes da

produção, e no dia 27 de abril de 2012 procedeu-se a colheita, utilizando-se colhedora de parcelas. Colheram-se as três fileiras centrais de plantas por 7 m de comprimento de cada parcela para avaliar a produtividade de grãos (13% de base úmida).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias ajustadas à equações polinomiais à 5% de probabilidade pelo teste F, utilizando o programa Sisvar 4.2 (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 está contido os resultados dos teores de nutrientes, produção de matéria seca da parte aérea, componentes da produção e produtividade de grãos de milho. Apenas o S e o Zn não foram influenciados pela aplicação de calcário em superfície. Os teores de N e P nas folhas de milho aumentaram de forma quadrática com a calagem. Esse resultado pode ser decorrente da elevação do pH na camada superficial, que proporciona maior mineralização de nitrogênio orgânico do solo (Rosolem et al., 1990).

A aplicação superficial de doses de calcário aumentou os teores de Ca e Mg e reduziu os teores de K nas folhas de milho (Tabela 2). Fica evidente que possa ter ocorrido competição pelos sítios de troca de absorção, principalmente com o Mg, pela similaridade de raio iônico e potencial eletroquímico de absorção de ambos (Rahmatullah & Baker, 1981; Rehm & Sorensen, 1985; Peck & MacDonald, 1989; Patel et al., 1993; Fonseca & Meurer, 1997).

Considerando a soma dos três cátions, constatou-se 64% de K, 27% de Ca e 10% de Mg no controle, e 54% de K, 33% de Ca e 13% de Mg, na dose recomendada de calcário (2.000 kg ha<sup>-1</sup>). Considerando que a relação nutricional ótima para cultura do milho está entre 60-28-12 e 68-22-10 (K-Ca-Mg, em %) no tecido foliar (Loué, 1963), observa-se que a calagem proporcionou pequeno desequilíbrio nutricional de cátions na planta. Resultados semelhantes foram observados por Caires et al. (2002), que observaram elevado desequilíbrio nutricional entre o Mg e K, contudo não constataram efeito na produtividade de grãos.

Quanto aos micronutrientes (Cu, Mn e Fe), observou-se que houve redução linear com a aplicação de doses de calcário em superfície (Tabela 2). Estes efeitos estão relacionados com o aumento do pH proporcionado pela calagem o que reduz a disponibilidade desses micronutrientes, conforme observado por Nascimento et al. (2005) estudando o Mn na cultura do milho.

A produção de matéria seca aumentou de forma quadrática com a aplicação de doses de calcário superficial, com a produção máxima (14.228 Mg ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>) atingida na dose estimada de 2.450 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2), podendo ser atribuído, principalmente, pela melhor nutrição em Ca e Mg. Esses nutrientes são fundamentais na estruturação da planta e na transformação de água, nutrientes e energia solar em carboidratos, conseqüentemente ocorre o aumento no acúmulo de matéria seca (Forestieri & de-Polli, 1990; Nwachuku & Loganathan, 1991). A população de plantas não foi influenciada pela aplicação superficial de calcário. Os resultados para a variável eram esperados, uma vez que muitos estudos evidenciam que este caráter é determinado geneticamente.

O número de grãos por espiga e a massa de 100 grãos foram ajustados a equações quadráticas, que refletiram diretamente no aumento da produtividade de grãos (Tabela 2). A maior produtividade de grãos (10.189 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida na dose estimada de 3.315 kg ha<sup>-1</sup> de calcário, que corresponde a 49% maior que o a produtividade obtida no controle. Essa elevada produtividade de grãos pode ser explicada pela alta correlação com número de grãos por espiga (r= 0,94) e massa de cem grãos (r= 0,99).

De fato, o milho é considerado uma cultura responsiva à aplicação de corretivos, embora exista grande variabilidade genética com respeito à tolerância à acidez do solo. Vários trabalhos demonstraram aumentos na produtividade de grãos da cultura, justificados principalmente pelas melhorias na nutrição das plantas, proporcionada pela aplicação dos corretivos (Caires et al., 2004; Miranda & Rein, 2005). Oliveira et al. (1997) relataram que a aplicação de 6,6 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário proporcionou a produtividade máxima para a produção de milho em Latossolo Vermelho-Escuro na região dos cerrados. Por outro lado, Rajj e Quaggio (1997) determinaram que a dose econômica de calcário nos solos de cerrado para a cultura do milho foi de 9 Mg ha<sup>-1</sup>.

### CONCLUSÕES

A calagem melhora a nutrição da cultura do milho, e reflete diretamente nos componentes da produção e conseqüentemente em maiores produtividades de grãos.

### AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pela concessão de bolsa ao segundo autor.

### REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **Informações agrônômicas**. IPNI-International Plant Nutrition Institute, 2013.

CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v. 26, p. 1011–1022, 2002.

CAIRES, E. F.; HALISKI, A.; BINI, A. R.; SCHARR, D. A. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 66, p. 41–53, 2015.

CAIRES, E. F.; JORIS, H. a. W.; CHURKA, S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. **Soil Use and Management**, v. 27, n. 1, p. 45–53, 12 mar. 2011.

CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 125–136, 2004.

CANTARELLA, H.; VAN RAIJ, B.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 2nd ed. Bol. Tec. 100**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 40–54.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a program for statistical analysis and teaching. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36–41, 2008.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 47–50, 1997.

FORESTIERI, E. F.; DE-POLLI, H. Calagem, enxofre e micronutrientes no crescimento do milho e da mucuna preta num podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 165–172, 1990.

GATIBONI, L. C.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G.; HORN, D.; FLORES, J. P. C.; RHEINHEIMER, D. dos S.; KAMINSKI, J. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 283–290, 2003.

LOUÉ, A. Contribuição para o estudo da nutrição catiônica do milho, principalmente a do potássio. **Fertilité**, v. 20, p. 1–57, 1963.

MIRANDA, L. N. De; MIRANDA, C. J. C. de; REIN, T. A. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho Lime under no-tillage and conventional planting systems for soybean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 563–572, 2005.

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C. Efeito residual

do calcário na produção de milho e soja em solo Glei pouco húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 209–215, 2000.

NASCIMENTO, C. W. A.; LEITE, P. V. V.; NASCIMENTO, R. S. M. P.; MELO, E. E. C. Influência da calagem no fracionamento e na disponibilidade de manganês em solos de Pernambuco. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 1, p. 22–28, 2005.

NWACHUKU, D. A.; LOGANATHAN, P. he effect of liming on maize yield and soil proprieties in Southern Nigeria. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 22, p. 623–639, 1991.

OLIVEIRA, E. L.; PARRA, M. S.; COSTA, A. Resposta da cultura do milho, em um Latossolo Vermelho-Escuro álico, à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 65–70, 1997.

PATEL, S. K.; RHOADS, F. M.; HANLON, E. A.; BARNETT, R. D. Potassium and magnesium uptake by wheat and soybean roots as influenced by fertilizer rate. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 24, n. 13-14, p. 1543–1556, 1 ago. 1993.

PECK, N. H.; MACDONALD, G. E. Sweet corn plant responses to P and K in the soil and to band-applied monoammonium phosphate, potassium sulfate, and magnesium sulfate. **American Society for Horticultural Science Journal**, v. 114, n. 2, p. 269–272, 1989.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; QUEIROZ, D. M.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C. Alterações de atributos químicos do solo e estado nutricional e características agronômicas de plantas de milho, considerando as modalidades de calagem em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 121–131, 2003.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000.

RAHMATULLAH; BAKER, D. E. Magnesium accumulation by corn (*Zea mays* L.) as a function of potassium-magnesium exchange in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, p. 899–903, 1981.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Methods used for diagnosis and correction of soil acidity in Brazil: overview. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.

REHM, G. W.; SORENSEN, R. C. Effects of Potassium and Magnesium Applied for Corn Grown on an Irrigated Sandy Soil1. **Soil Science**, v. 49, p. 1446–1450, 1985.

ROSOLEM, C. A.; PEREIRA, H. F. M.; BESSA, A. M.; AMARAL, P. G. Nitrogen in soil and cotton growth as affected by liming and N fertilizer. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.; MURRMANN, R. P. (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer, 1990. p. 321–325.

**Tabela 1.** Características químicas do solo antes do experimento (Outubro de 2002) e antes da primeira (Agosto de 2004) e segunda aplicação de calcário (Outubro de 2012).

Prof. m	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P (resina) mg dm <sup>-3</sup>	H + Al	Al	K	Ca	Mg	CTC	V %
<b>Outubro 2002</b>										
0-0,20	4,2	21	9	37	6,5	1,4	16	6	65	37
<b>Agosto 2004</b>										
0-0,20	4,9	27	35	35	2,3	1,1	24	10	70	50
<b>Outubro 2010</b>										
0-0,20	4,7	27	35	42	4,0	1,6	23	14	78	47

**Tabela 2.** Teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn e Fe), matéria seca, componentes da produção e produtividade de grãos de milho em função das doses de calcário, safra 2011/12. Botucatu, SP.

Fatores	Calcário				Regressão	R <sup>2</sup>
	0	1,000	2,000	4,000		
N, g kg <sup>-1</sup>	29,2	30,4	31,4	27,2	y = -0,000001x <sup>2</sup> + 0,00248x + 29,066	0,97
P, g kg <sup>-1</sup>	3,11	3,16	3,25	3,18	y = -0,0000001x <sup>2</sup> + 0,00004x + 3,12	0,88
K, g kg <sup>-1</sup>	9,70	7,80	7,14	7,29	y = 0,0000001x <sup>2</sup> - 0,0020x + 9,638	0,99
Ca, g kg <sup>-1</sup>	4,04	4,04	4,32	4,31	y = -0,0000001x <sup>2</sup> + 0,00016x + 4,0	0,75
Mg, g kg <sup>-1</sup>	1,49	1,52	1,66	1,69	y = 0,000055x + 1,4945	0,84
S, g kg <sup>-1</sup>	1,38	1,39	1,40	1,35	ns	-
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	9,82	10,19	8,30	7,55	y = -0,000658x + 10,119	0,81

Zn, mg kg <sup>-1</sup>	15,0	15,9	14,6	16,2	ns	-
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	78	59	55	32	$y = -0,011x + 75,73$	0,97
Fe, mg kg <sup>-1</sup>	227	195	165	200	$y = 0,00001x^2 - 0,052x + 229,57$	0,96
Matéria seca, Mg ha <sup>-1</sup>	7,1	8,7	9,2	9,5	$y = -0,000273x^2 + 1,67x + 7,185$	0,98
População, mil pl ha <sup>-1</sup>	88	93	83	82	ns	-
Índice de espiga	1,10	1,15	1,07	1,00	ns	-
Grãos por espiga, n <sup>o</sup>	351	435	426	436	$y = -0,000012x^2 + 0,0648x + 359,3$	0,83
Massa de 100 grãos, g	24,2	24,1	26,3	26,6	$y = 0,00067x + 24,12$	0,76
Produtividade, kg ha <sup>-1</sup>	4970	6453	6871	7314	$y = -0,0021x^2 + 1,416x + 5047$	0,97

ns: não significativo.



## Efeito da adubação fosfatada sobre a população de micro-organismos solubilizadores e mineralizadores de fósforo isolados em rizosfera de milho

Crísia Santos de Abreu<sup>(1)</sup>; Michele da Silva Campos<sup>(2)</sup>; Ramon Silva de Oliveira<sup>(3)</sup>; Mikaely Sousa Marins<sup>(3)</sup>; Eliane Aparecida Gomes<sup>(5)</sup>; Maria Aparecida de Resende Stoianoff<sup>(4)</sup>; Christiane Abreu de Oliveira<sup>(5)</sup>.

(1) Doutoranda em Microbiologia; Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG; Belo Horizonte; Minas Gerais; [crisiaabreu@gmail.com](mailto:crisiaabreu@gmail.com); (2) Estudante do Curso Técnico em Meio Ambiente; Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas - ETMSL; Bolsista BIC JR do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/FAPED; (3) Graduando (a) em Biotecnologia; Faculdade Ciências da Vida - FCV; Bolsista Embrapa Milho e Sorgo; (4) Professora da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG; (5) Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

(2)

**RESUMO:** A fertilidade do solo de regiões tropicais é substancialmente limitada pelo alto custo e baixa disponibilidade natural de fósforo (P). Como alternativa para aperfeiçoar a eficiência na labilidade desse nutriente, micro-organismos solubilizadores (MSP) e mineralizadores (MMP) de P podem ser utilizados. Objetivou-se isolar, selecionar e caracterizar MSP e MMP isolados da rizosfera de milho cultivado em diferentes manejos de adubação fosfatada. As fontes de P utilizadas foram super fosfato triplo (ST), meia dose de ST e uma mistura da metade da dose com ST e outra metade com Fosfato natural de Araxá (FA). O material vegetal de milho foi coletado em experimento de campo durante o estágio de floração desta cultura. Para a seleção dos micro-organismos foram utilizados meios de cultura contendo fontes orgânicas e inorgânicas de P para evidenciar crescimento e/ou formação de halo transparente indicador de assimilação de P. Obtiveram-se 205 morfotipos bacterianos e 99 fúngicos. De acordo com os tratamentos de adubação, ocorreram diferenças significativas entre os números de isolados MSP e MMP, sendo 62 % provenientes de solo sem adubação fosfatada e 33% de solo adubado com fosfato de rocha. O tipo de adubação fosfatada influenciou o número de isolados obtidos dependendo da disponibilidade de P no solo. Esses resultados indicam o potencial solubilizador e mineralizador dos micro-organismos a serem selecionados em áreas agrícolas com menor quantidade de P solúvel. De acordo com a caracterização macromorfológica, os resultados indicam diversidade entre os isolados, que será confirmada, posteriormente, por identificação molecular, via sequenciamento de DNA.

**Termos de indexação:** biossolubilização, fosfato, *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

A fertilidade do solo de regiões tropicais, mais especificamente em regiões de Cerrado do Brasil, fica substancialmente limitada pela baixa disponibilidade natural de fósforo (P), uma vez que a deficiência desse elemento no solo acarreta alterações no metabolismo das plantas e pode prejudicar o fluxo de energia e a produção de carboidratos, gerando perdas de produtividade e até mesmo inviabilidade da safra (Simpson et al., 1997; Rodriguez & Fraga, 1999).

Micro-organismos solubilizadores (MSP) e mineralizadores (MMP) de P estão sendo utilizados como alternativa para aperfeiçoar a eficiência na utilização deste elemento disponibilizando-o para as plantas, através do fluxo de P gerado pela solubilização do P inorgânico pela produção de ácidos orgânicos, mineralização do P orgânico, pela atividade enzimática de fosfatases, dentre outros mecanismos (Oliveira et al., 2009; Richardson & Simpson, 2011; Abreu, 2014; Vassilev et al., 2014).

A rizosfera compreende a fração de solo sob influência do sistema radicular das plantas em que ocorre interações biológicas dinâmicas e exerce efeito direto sobre o crescimento de plantas e raízes (Aiken & Smucker, 1996; Hawes et al., 1998), possibilitando interações microbianas. A composição da comunidade microbiana rizosférica pode afetar a disponibilidade de P para as plantas (Marschner et al., 2006), aumentando a concentração deste elemento na região rizosférica.

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi isolar, selecionar e caracterizar macromorfológicamente micro-organismos solubilizadores de fosfatos e mineralizadores de P orgânico isolados da rizosfera



de milho cultivado em diferentes manejos de adubação fosfatada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta das amostras

As amostras de solo rizosférico foram coletadas em experimento de campo contendo milho no estágio de floração, plantado em Latossolo Vermelho distrófico no campus experimental da Embrapa Milho e Sorgo (19°28'S 44°15'W), município de Sete Lagoas-MG, na safra 2015. Os tratamentos foram constituídos das adubações de P utilizadas no plantio, distribuídos em faixas com 3 repetições: Super Fosfato Triplo (ST), meia dose de ST e uma mistura da metade da dose com ST e outra metade com Fosfato natural de Araxá (STFA). O plantio sem adição de P foi utilizado como controle. A adubação de plantio foi realizada com base na dose de P de 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, exceto no controle sem adubação fosfatada (PO). Foram coletadas 5 plantas em cada parcela dos tratamentos de adubação para a coleta de amostras de solo de acordo com Oliveira et al. (2009), considerando-se como solo rizosférico o fortemente aderido a raízes centrais e finas.

### Isolamento de micro-organismos rizosféricos

Um total de 5 g de solo rizosférico foram peneirados, acrescentados a 45 mL de solução salina 0,85% e homogeneizados por 30 minutos. Após homogeneização, uma alíquota de 1 mL foi retirada e procedeu-se às diluições seriadas decimais (10<sup>-3</sup> a 10<sup>-5</sup>) para selecionar os micro-organismos e efetuar as contagens em cada tratamento.

### Seleção de micro-organismos rizosféricos

Após o isolamento, 100 µL de cada diluição seriada foi plaqueada em meio de cultura NBRIP (*National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium*) (Nautiyal, 1999) e Fitato de Sódio (Richardson & Hadobas 1997), contendo, respectivamente, fontes inorgânica e orgânica de P.

As placas inoculadas foram incubadas a 25 ± 3°C por até 10 dias, sendo o crescimento dos micro-organismos acompanhado diariamente. Os isolados foram selecionados pelo crescimento e/ou formação de halo transparente indicador de solubilização (**Figura 1**) no meio de cultura e o número total de isolados foram mensurados. Foram realizadas três repetições para cada plaqueamento. No tratamento controle, as placas foram inoculadas com solução salina (0,85%) esterilizada.

### Caracterização de micro-organismos rizosférico

A caracterização macromorfológica dos

isolados bacterianos foi realizada segundo Hungria e Silva (2011). Para a caracterização dos isolados fúngicos, foram adotados os mesmos parâmetros de Hungria e Silva (2011), com modificações para os parâmetros tipo e consistência do micélio (Marriel 2015, comunicação pessoal).

Após o isolamento, seleção e caracterização macromorfológica, todos os micro-organismos foram incorporados à Coleção de Micro-Organismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo, após serem purificados e armazenados sob: preservação em glicerol a -20 °C e -80 °C, preservação em óleo mineral, preservação segundo método de Castellani (1939) e preservação de micélios fúngicos a 8 °C.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das amostras de solo rizosférico, obtiveram-se 200 morfotipos bacterianos e 99 morfotipos fúngicos (**Tabela 1**), selecionados pelo crescimento e/ou formação de halo transparente em meio de cultura sólido. Esses resultados indicam o potencial solubilizador e mineralizador em um total dos micro-organismos isolados.

Em geral, a eficiência solubilizadora de bactérias em meio sólido foi maior que a mineralizadora, quando comparamos o número total de isolados crescidos no meio NBRIP em relação ao meio Fitato de Sódio (**Tabela 1**). O maior número de isolados bacterianos (53,92 %) foi computado no tratamento sem adução fosfatada, o que pode ser explicado por interferentes como um potencial solubilizador intrínseco do microbioma do solo e/ou concentração insuficiente de adubação de P nos demais tratamentos a ponto de superarem a eficiência solubilizadora da microbiota natural quanto à disponibilidade total de P. Outra possibilidade é pela redução da complexação natural de P no solo com cátions como ferro e alumínio, o que favorece a sua disponibilidade para as plantas.

O segundo tratamento com maior número de isolados bacterianos foi o STFA (39,22 %), que trata-se de uma mistura de adubação sintética (superfosfato triplo) com o fosfato de Araxá, uma apatita de origem ígnea, com alto grau de cristalização e baixa labilidade natural em ácido cítrico (Kliemann & Lima 2001). Os fosfatos naturais são insolúveis em água, mas podem ser aplicados diretamente no solo, pois o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> contido nesses fosfatos reage diretamente com o ácido cítrico presente na rizosfera e no solo, sendo liberado pelos micro-organismos e plantas (Pérez-Montañó et al., 2014) e a absorção de fosfato, mesmo que lenta, acelera o ciclo biogeoquímico de P do solo. Além disso, a absorção direta pelas raízes que

secretam substâncias ácidas potencializa a solubilidade de P na região rizosférica (Pérez-Montaña et al., 2014).

O meio de cultura NBRIP contém fonte insolúvel de P na forma de fosfato tricálcio que na presença de cloreto de cálcio e substâncias liberadas pelos micro-organismos, como ácidos orgânicos e enzimas no meio circundante, sofre processo de solubilização que é evidenciado pela formação de um halo translúcido ao redor das colônias que apresentam capacidade solubilizadora (Nautiyal, 1999; Souchie et al., 2005; Abreu, 2014).

Para a realização deste trabalho, foram selecionados todos os morfotipos distintos que cresceram e formaram ou não halo de solubilização nos meios de cultura utilizados. Este critério de seleção foi adotado visto que alguns autores como Whitelaw et al. (2000), relatam que o potencial de solubilização e mineralização de fosfato é proporcional ao tamanho do halo e a sua relação com o tamanho da colônia. Porém, a confiabilidade desta técnica é questionável uma vez que isolados que não produzem qualquer halo visível indicativo de solubilização podem solubilizar formas insolúveis de fosfatos inorgânicos em meio líquido (Oliveira et al., 2009; Sousa, 2010).

Dentre todos os isolados caracterizados, houve variabilidade entre os parâmetros avaliados. Estes resultados indicam uma possível diversidade entre os isolados, que será verificada posteriormente pela realização da caracterização molecular dos mesmos por meio do sequenciamento do DNA.

As bactérias obtiveram características distintas, mas em sua maioria elas apresentaram uma predominância da cor branco e creme, superfície entre lisa e gomosa, forma circular, borda inteira, elevação convexa da colônia e os tamanhos foram variados. Os fungos obtiveram variações em todos os parâmetros.

## CONCLUSÕES

A caracterização macromorfológica permitiu identificar o fenótipo de cada cepa na coleção de micro-organismos, facilitando o processo de purificação e reativação em novos cultivos e testes.

O tipo de adubação fosfatada em milho influenciou o número de isolados obtidos, dependendo da disponibilidade de P no solo. O maior número de isolados foi mensurado em solo sem adubação fosfatada, seguido dos tratamentos com adição de fosfato natural.

Esses resultados indicam o potencial solubilizador e mineralizador dos micro-organismos para uso na cultura do milho a serem selecionados

em áreas agrícolas com menor quantidade de P solúvel.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Embrapa Milho e Sorgo e à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. S. Seleção e caracterização de bactérias endofíticas isoladas de plantas de milho com potencial para a biossolubilização de rochas fosfáticas. 2014. 47 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas.

AIKEN, R.M.; SMUCKER, A.J.M. Root system regulation of whole plant growth. **Ann. Rev. Phytopathol.**, v.34, p.325-346, 1996.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **J. Trop.Med.Hyg.**, 42: 225-226, 1939.

HAWES, M. C.; BRIGHAM, L. A.; WEN, F.; WOO, H. H.; ZHU, Y. Function of root border cells in plant health:pioneers in the rhizosphere. **Annu. Rev. Phytopathol.**, v.36, p.311-327, 1998.

HUNGRIA, M & SILVA, K. Manual de curadores de germoplasma – Micro-organismos: rizóbios e bactérias promotoras do crescimento vegetal. **Documentos 332 e 333**, 20 p. Embrapa Soja e Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, 2011.

KLIEMANN, H.J. & LIMA, D.V. Eficiência agronômica de fosfatos naturais e sua influência no fósforo disponível em dois solos de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.31, n.2, 2001.

MARSCHNER, P.; SOLAIMAN, Z.; RENGEL, Z. Rhizosphere properties of Poaceae genotypes under P-limiting conditions. **Plant and Soil**, v.283, p.11-24, 2006.

NAUTIYAL, C.S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. **FEMS Microbiol Lett**,v.170, p. 265-270, 1999.

OLIVEIRA, C.A.; ALVES, V.M.; MARRIEL, I.E.; GOMES, E.A.; MUZZI, M.R.S., CARNEIRO, N.P.; GUIMARAES, C.T., SCHAFFERT, R.E; SÁ, N.M.H. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in na oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41,p.1782–1787, 2009.



PÉREZ-MONTAÑO, F.; ALÍAS-VILLEGAS, C.; BELLOGÍN, R.A.; CERRO, P. del.; ESPUNY, M.R.; JIMÉNEZ-GUERRERO, I.; LÓPEZ-BAENA, F.J.; OLLERO, F.J.; CUBO, T. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: From microorganism capacities to crop production. **Microbiological Research**, v.169, p.325-336, 2014.

RICHARDSON, A. E.; HADOBAS, P. A. Soil isolantes of *Pseudomonas* spp. That utilize inositol phosphates. **Canadian Journal Microbiology**, Ottawa , v. 43, p. 509-516, 1997.

RICHARDSON, A.E. & SIMPSON, R.J. Soil Microorganisms Mediating Phosphorus Availability. **Plant Physiol**, v.156, p. 989–996, 2011.

RODRIGUEZ, H. & FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, v.17, p.319-339, 1999.

SIMPSON, P. G.; SALE, P. W. G.; TENNAKON, S. B. An economic analysis of the field performance of North Carolina reactive phosphate rock compared with single superphosphate for selected sites from the national reactive phosphate rock project. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.37, p.1061-1076, 1997.

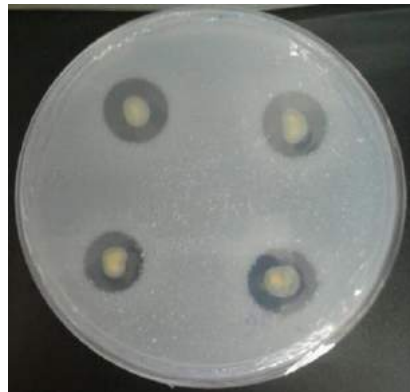
SOUCHIE, E.L.; ÁZCON, R.; BAREA, J.M.; SAGGIN-JUNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. Solubilização de fosfatos em meio sólido e líquido

por bactérias e fungos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.11, p.1149-1152, 2005b.

SOUSA, C.B. Solubilização de fósforo por bactérias endofíticas. 2010. 38p. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

VASSILEV, N.; MENDES, G.; COSTA, M.; VASSILEVA, M. Biotechnological Tools for Enhancing Microbial Solubilization of Insoluble Inorganic Phosphates. **Geomicrobiology Journal**, v.31, p.751–763, 2014.

WHITELAW, M. A. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. **Advances in Agronomy**, New York, v. 69, p. 99-151, 2000.



**Figura 1** - Halo de solubilização em meio sólido NBRIP formado por microrganismos capazes de solubilizarem fosfato tricálcio, fonte exclusiva de fósforo adicionado ao meio de cultura. Halo translúcido ao redor da colônia indica processo de solubilização de fósforo.

**Tabela 1** – Número de isolados rizosféricos de milho selecionados nos meios NBRIP (micro-organismos solubilizadores de fósforo) e Fitato de Sódio (micro-organismos mineralizadores de fósforo), cultivado com diferentes manejos de adubação fosfatada. Média de 3 repetições.

Adubação	Bactérias		Fungos	
	NBRIP <sup>1</sup>	Fitato de Sódio <sup>2</sup>	NBRIP	Fitato de Sódio
P0 <sup>3</sup>	55	56	15	56
ST <sup>4</sup>	2	----	6	1
½ ST <sup>5</sup>	5	----	----	----
STFA <sup>6</sup>	40	42	9	7
<b>Total de isolados</b>	<b>102</b>	<b>98</b>	<b>30</b>	<b>64</b>

<sup>1</sup> *National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium* (Nautiyal, 1999).

<sup>2</sup> Fitato de Sódio (Richardson & Hadobas 1997).

<sup>3</sup> Tratamento controle, sem adição de fonte de fósforo.

<sup>4</sup> Super Fosfato Triplo.

<sup>5</sup> Meia dose de Super Fosfato Triplo.

<sup>6</sup> Meia dose da mistura entre Super Fosfato Triplo e Fosfato de Araxá.



## Efeito da inoculação com Abv5 e *Rhizobium* na fixação de nitrogênio de um híbrido simples milho na região de Dourados-MS

**Renata Marchiori<sup>(1)\*</sup>; Vander André Berres<sup>(1)</sup>; Priscila Carvalho da Silva<sup>(1)</sup>; Carlo André Zimmer<sup>(2)</sup>; Leandro Teodoski Spolaor<sup>(3)</sup>; Liliam Silvia Candido<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Mestrando (a) em Agronomia (Produção Vegetal); Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, Mato Grosso do Sul; r.marchiori.biotech@gmail.com; <sup>(2)</sup> Mestrando em Agronomia; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, Paraná; <sup>(3)</sup> Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Estadual de Maringá; Maringá, Paraná; <sup>(4)</sup> Professora Adjunto II; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, Mato Grosso do Sul.

**RESUMO:** O milho é bastante cultivado no Brasil, sendo altamente exigente nutricionalmente quando se refere a nitrogênio. Assim, o uso de inoculantes microbianos que auxiliem na fixação deste elemento, torna-se de fundamental importância para reduzir o custo de produção e aumentar a produtividade da cultura. Objetivou-se com esse trabalho avaliar e comparar os efeitos de inoculantes microbianos e da adubação nitrogenada, em relação às características morfológicas e de produção de um híbrido simples de milho em Dourados-MS. O trabalho foi conduzido na Universidade Federal da Grande Dourados na safra 2015/2016. A adubação utilizada foi 8-28-16 em dose de 300 kg.ha<sup>-1</sup>, para os tratamentos controle e meio controle. Aos 40 dias após a semeadura, realizou-se adubação nitrogenada de cobertura com uréia, aplicando 86,40g por linha para o controle e 43,20g para meio controle. Foram avaliados seis tratamentos sendo, testemunha (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação), controle (fertilizante nitrogenado em forma de uréia), meio controle (metade da dose do fertilizante nitrogenado em forma de uréia), inoculante comercial, com cepas recomendadas (IC), inoculante Abv5 1 (IA) e inoculante Abv5+*Rhizobium* 2 (IB). Não foi constatado diferença estatística significativa para as características morfológicas. Entretanto, para o peso de espigas e a produtividade, as maiores médias foram obtidas com o tratamento controle, seguido de meio controle, IB, IC, IA e testemunha. A inoculação de *Azospirillum brasiliense*, com e sem consórcio com o *Rhizobium*, não aumentou a produtividade final do híbrido simples em relação à adubação nitrogenada, porém obteve resultado igual ao inoculante registrado no mercado.

**Palavras-chave:** Inoculante; *Azospirillum*; *Zea mays* L.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, com um total de 52,9 milhões de toneladas produzidas em uma área total de 10,16 milhões de

hectares (CONAB, 2016). É muito utilizado na alimentação, tanto humana quanto animal, pois possui elevada qualidade nutricional, contendo um alto teor de carboidratos, amido e ácidos graxos, de forma que seu principal destino são as indústrias de rações. Este grão é cultivado em diferentes sistemas produtivos e plantado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (MAPA, 2015).

A cultura do milho exige bons níveis de nutrientes no solo, sendo que o nitrogênio merece destaque especial, pois sua deficiência pode afetar o rendimento de grãos entre 14 a 80%. O milho remove grandes quantidades de nitrogênio do solo para potencializar seu metabolismo e a produtividade, portanto necessita de uma adubação nitrogenada muitas vezes maior do que a recomendada, podendo reduzir a eficiência de alguns outros nutrientes, aumentando o custo com fertilizantes e causando preocupações com possíveis efeitos negativos à mananciais e solos causados pelo excesso de nitrato (FARINELLI et al., 2012).

Sendo assim, várias tecnologias vêm sendo desenvolvidas a fim de aumentar a eficiência na utilização do nitrogênio mineral e conseqüentemente a economia dos custos de produção. Uma delas é o aperfeiçoamento do estudo do processo de fixação de nitrogênio por intermédio de microrganismos denominados diazotróficos, sendo estas bactérias e cianobactérias capazes de fixar nitrogênio por meio de seu metabolismo (CANTARELLA & DUARTE, 2004).

A inoculação do milho com bactérias pode aumentar o diâmetro das raízes e o número de radículas, conseqüentemente melhorando a absorção de nutrientes e água do solo, devido à capacidade que as bactérias possuem de produzir hormônios que agem nessas características. A *Azospirillum brasiliense* possui essa capacidade de promover fixação biológica de nitrogênio quando associada ao milho, portanto é muito utilizada como base de inoculantes microbiológicos (CAVALLET et al., 2000). Essa bactéria forma um sistema associativo com o milho, mas sem a complexidade da formação de nódulos. Outras bactérias vêm

sendo estudadas, assim como as do gênero *Rhizobium*, as quais já estão sendo incorporadas no sistema produtivo por serem fixadores simbióticos.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar e comparar os efeitos de inoculantes microbianos e da aplicação de adubação nitrogenada, em relação às características morfológicas e de produção de um híbrido simples de milho na região de Dourados-MS.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Tratamentos e amostragens

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) na safra 2015/2016. A fazenda está situada no município de Dourados-MS, com coordenadas de 22°13'15" de latitude Sul, 54°48'21" de longitude Oeste e 430 m de altitude, sendo o solo do local do tipo Latossolo vermelho distroférrico (LVdf).

O híbrido simples Down 2B587 Power Core foi semeado em novembro de 2015. Seis tratamentos foram avaliados, sendo eles: testemunha (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação); controle (fertilizante nitrogenado em forma de uréia); meio controle (metade da dose do fertilizante nitrogenado em forma de uréia); inoculante comercial - IC (inoculação padrão contendo cepas recomendadas); IA (inoculante Abv5 1); IB (inoculante Abv5+*Rhizobium* 2).

A adubação de base foi efetuada por meio da fórmula 8-28-16 em dose de 300 kg.ha<sup>-1</sup>, para os tratamentos controle e meio controle. Aos 40 dias após a semeadura, realizou-se adubação nitrogenada de cobertura, utilizando como fonte de nitrogênio a uréia, aplicando 240 kg ha<sup>-1</sup> para o controle e 120 kg ha<sup>-1</sup> para o meio controle.

As características avaliadas foram: altura de plantas (AP), medido do solo até a inserção da folha bandeira, em cm; altura de espiga (AE), medido do solo até a inserção da espiga superior, em cm; diâmetro do colmo (DC), medido com auxílio de paquímetro, acima da espiga superior, em mm; diâmetro de espiga (DE), medido no terço médio com paquímetro, em mm; comprimento de espiga (CE), medido com régua, em cm; peso total de espigas da parcela (PE) medidas em kg; produtividade (PROD), medida em kg ha<sup>-1</sup>; massa de mil grãos (M1000), em g; teor de nitrogênio no grão (NG) em kg ha<sup>-1</sup>; e teor de nitrogênio foliar (NF) em kg ha<sup>-1</sup>.

Os efeitos da inoculação da semente de milho foram fundamentados na determinação do teor de nitrogênio (N) dos grãos e na parte aérea, onde coletou-se seis folhas oposta a espiga superior de cada parcela.

A mensuração das características morfológicas em campo e a colheita foram realizadas da área útil da parcela, considerando seis metros das linhas centrais, ou seja, excluindo as duas linhas laterais e um metro de cada extremidade das parcelas, totalizando 16,2 m<sup>2</sup>.

### Delineamento e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), sendo cada bloco constituído pelos 6 tratamentos em 4 repetições, totalizando 24 parcelas. As parcelas, experimentais foram compostas por 8 linhas de 8,0 metros, com espaçamento de 0,45 metros entre linhas e 0,25 metros entre plantas.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as características DC, AP, AE, DE e CE (**Tabela 1**), ou seja, o efeito dos diferentes inoculantes e combinações de adubação nitrogenada foram o mesmo para as características morfológicas citadas.

Na **Tabela 2** estão apresentados os resultados da comparação entre médias para as características M1000, PE, PROD, NG e NF. Foi possível constatar que não houve diferença significativa entre as médias para as características M1000 e NG. Entretanto, houve diferença significativa entre as médias de PE, PROD e NF. A maior média obtida para o PE e para a PROD foi observado no tratamento controle, 22,52 kg e 10.515,40 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para o NF a maior média foi apresentada pelo tratamento ½ controle 36,12 kg ha<sup>-1</sup>.

Para o PE, embora o tratamento controle tenha sido superior, este é estatisticamente igual ao tratamento ½ controle, que não se difere estatisticamente ao tratamento IB. Os tratamentos que propiciaram as menores médias de PE foram o IA e a testemunha, 15,04 kg e 12,95 kg, respectivamente.

Em relação à característica PROD, o tratamento controle também proporcionou a maior média, seguido do tratamento ½ controle, sendo estatisticamente igual ao tratamento IB que obteve terceira maior média de produtividade, 8.031,90 kg ha<sup>-1</sup>, porém devido a elevada DMS, este tratamento não se diferiu estatisticamente do IA e do IC, que são estatisticamente iguais a testemunha, com a menor média de produtividade.

A classe de bactérias *Rhizobium* são gram-negativas, possuindo uma temperatura ideal para

seu desenvolvimento de 40°C (LIBÓRIO et al., 2015). Na área cultivada houve um registro de máxima de 30°C (EMBRAPA, 2016). Esse fator pode ter limitado o desempenho da associação de *Abv5+Rhizobium* (IB), pois se não tivesse ocorrido essa limitação os resultados possivelmente tenderiam a um aumento de produtividade.

O tratamento IA não diferiu estatisticamente da testemunha, que apresentou as menores médias para as características relacionadas a produtividade (M1000, PE e PROD). Todavia, o IA contém apenas a estirpe *Abv5* em sua formulação, e alguns autores apresentam resultados desfavoráveis desta estirpe quando associada à gramíneas para fixar nitrogênio. MELLO (2012) ressalta que em dois anos de estudo em áreas diferentes, a inoculação com a *Abv5* não influenciou o rendimento de grãos assim como os componentes de produção.

Em relação a característica de NF o tratamento IB apresentou resultado intermediário, com a terceira maior média 34,50 kg ha<sup>-1</sup>, sendo estatisticamente igual ao ½ controle. A menor média foi observada pelo tratamento IA 27,50 kg ha<sup>-1</sup>. O *Azospirillum* possui capacidade de crescer utilizando apenas o nitrogênio atmosférico como fonte única deste elemento. Portanto desenvolvimento da estirpe *Abv5* pode ter sido prejudicado devido à elevada taxa de chuva na região, como consta nos registros, onde houve uma variação de 0,0mm até 90,6mm no período de novembro à fevereiro, com chuvas frequentes, o que acarreta uma diminuição do nitrogênio disponível (EMBRAPA, 2016).

A formulação IB obteve média de CE, PE e PROD superior ao formulado IA, isso pode ser justificado pela associação da estirpe *Abv5* com o *Rhizobium*. Esta associação pode ter elevado a fixação de nitrogênio pela planta refletindo num aumento destas características, quando comparadas as médias com o formulado IA. O fato das médias de NG terem sido estatisticamente iguais para os diferentes tratamentos e divergentes do observado para NF, sugere que a planta utilizou maiores e diferentes níveis de nitrogênio para seu metabolismo foliar e estrutural.

## CONCLUSÕES

A inoculação de *Azospirillum brasiliense*, com e sem consórcio com o *Rhizobium*, não aumentou a produtividade final do híbrido simples de milho em relação à adubação nitrogenada, porém obteve resultado igual ao inoculante registrado no mercado.

O milho, em ambiente favorável ao seu desenvolvimento, prefere utilizar o nitrogênio que está prontamente disponível, em vez de se associar com a bactéria, por isso, são necessários novos testes com a estirpe *Abv5* em gramíneas, tanto sozinha, quanto associada ao *Rhizobium*, em condições diferentes de adubação, como na

safrinha, onde os produtores diminuem as doses de nitrogênio ou nem a utilizam.

## REFERÊNCIAS

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV. Viçosa (MG), 2006. 382 p.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004. p.139-182.

CAVALLET, L.E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, vol.4, n.1, p.129-132, 2000.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Safra 2015/2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivar/16\\_05\\_27\\_09\\_24\\_04\\_boletim\\_graos\\_maior\\_2012\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivar/16_05_27_09_24_04_boletim_graos_maior_2012_-_final.pdf)>. Acesso em 25 de maio de 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Guia Clima. Disponível em <<https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

FARINELLI, R., HANASHIRO, R. K., AMARAL, C. B., FILHO, D. F. Resposta da Cultura do Milho à Inoculação de Sementes e Adubação Nitrogenada em Cobertura. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2012. p. 1672-1678

LIBÓRIO, P. H. S; TOMELI, I. M. B.; NÓBILE, F. O.; GUERREIRO, R. D.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A.; Avaliação de híbridos de milho quanto a inoculação nitrogenada; **Ciência & Tecnologia**. Fatec-JB, Jaboticabal, v. 7, 2015. Número especial.

MAPA – Ministério da Agricultura e Abastecimento. Serviços e sistemas. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>. Acesso em 25 de maio de 2016.

MELLO, N. **Inoculação de *Azospirillum brasiliense* nas culturas de milho e trigo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo: UPF, 2012. 90 p.

**Tabela 1.** Teste de comparação de médias para as características diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), altura de espiga (AE), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE). Dourados-MS/Safra 2015/2016.

Tratamentos	DC	AP	AE	DE	CE
½ Controle	14,20 a	187,75 a	92,52 a	49,51 a	13,12 a
IA	15,00 a	183,50 a	88,72 a	45,50 a	12,43 a
Controle	15,06 a	191,50 a	91,02 a	49,25 a	13,43 a
IC	14,02 a	179,00 a	88,25 a	46,47 a	12,18 a
IB	15,06 a	189,50 a	90,37 a	49,05 a	13,43 a
Testemunha	13,93 a	180,00 a	81,67 a	44,68 a	11,68 a
DMS	3,00	20,61	20,61	6,76	2,76
CV (%)	8,98	4,84	10,09	6,19	9,44
Média Geral	14,54	185,20	88,76	47,41	12,71

\*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.\*\* DMS Diferença mínima significativa. \*\*\* testemunha (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação), controle (fertilizante nitrogenado em forma de uréia), meio controle (metade da dose do fertilizante nitrogenado em forma de uréia), inoculante comercial, com cepas recomendadas (IC), inoculante Abv5 1 (IA) e inoculante Abv5+Rhizobium 2 (IB).

**Tabela 2.** Teste de comparação de médias para as características massa de 1000 grãos (M1000), peso total de espigas da parcela (PE), produtividade (PROD), níveis de nitrogênio no grão (NG) e níveis de nitrogênio foliar (NF). Dourados-MS/Safra 2015/2016.

Tratamentos	M1000	PE	PROD	NG	NF
½ Controle	292,02 a	21,42 ab	9686,70 ab	21,00 a	36,12 a
IA	273,16 a	15,04 c	7364,20 cd	13,25 a	27,50 b
Controle	302,77 a	22,52 a	10515,40 a	17,25 a	35,50 ab
IC	247,46 a	16,14 bc	7026,20 cd	14,62 a	31,00 ab
IB	267,04 a	16,73 bc	8031,90 bc	15,25 a	34,50 ab
Testemunha	246,53 a	12,95 c	5726,90 d	13,37 a	31,12 ab
DMS	68,64	5,41	2251,60	8,97	8,26
CV	10,99	13,47	12,16	24,72	11,00
Média Geral	271,50	17,47	8058,55	15,79	32,62

\*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.\*\* DMS Diferença mínima significativa. \*\*\* testemunha (ausência de fertilizante nitrogenado e de inoculação), controle (fertilizante nitrogenado em forma de uréia), meio controle (metade da dose do fertilizante nitrogenado em forma de uréia), inoculante comercial, com cepas recomendadas (IC), inoculante Abv5 1 (IA) e inoculante Abv5+Rhizobium 2 (IB).



## Efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente e aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho

**Maurício Maraschin Neumann<sup>(1)</sup>; Daelcio Vieira Spadotto<sup>(1)</sup>; Lucas Almeida da Silva<sup>(1)</sup>; Natan Crestani<sup>(1)</sup>; Fernando Machado dos Santos<sup>(2)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Discentes de bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul; Sertão, Rio Grande do Sul; mauricioneumann66@gmail.com; daelciospadotto@gmail.com; lukas\_almeida2010@hotmail.com; natancrestani@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Docente do bacharelado em Agronomia; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul.

**RESUMO:** O nitrogênio é um dos principais nutrientes exigidos pela cultura do milho, este é aplicado na cultura de forma química. Entretanto, há outras formas de se obter este mineral, através da inoculação de semente com *Azospirillum brasilense*. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido na área do IFRS – Campus Sertão, o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial “2x4”. O primeiro fator foi a aplicação de nitrogênio em cobertura (0 e 194 kg ha<sup>-1</sup>) e o segundo fator foram as doses do produto a base da bactéria *Azospirillum brasilense* (zero, dois, quatro e oito g kg<sup>-1</sup> de semente). A aplicação do nitrogênio mineral em cobertura na dose de 194 kg ha<sup>-1</sup> de N realizada em dois estádios (V4 e V8). Os parâmetros avaliados foram rendimento de grãos e teor de clorofila na folha. O fator de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* não apresentou diferença para as duas variáveis, já o fator nitrogênio apresentou diferença para rendimento de grãos e teor de clorofila ao aplicar 194 kg ha<sup>-1</sup> de N. Ao comparar a interação entre os dois fatores não foram encontradas diferenças. Conclui-se que na condução do experimento que o uso de *Azospirillum brasilense* não apresentou resultados e assim não substitui a aplicação de nitrogênio mineral na cultura do milho.

**Termos de indexação:** Inoculação, *Zea Mays* L., rendimento de grãos.

### INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) possui aproximadamente quinze milhões e meio de hectares no Brasil (Conab, 2015), sendo um dos cereais mais cultivados no mundo. Um dos principais nutrientes limitantes no rendimento da

cultura é a adubação nitrogenada (Roberto et al., 2010). Pois o nitrogênio é o nutriente que a maioria das plantas necessita em maior quantidade, já que este é constituinte de proteínas, aminoácidos, pigmentos, ácidos nucleicos, hormônios, coenzimas, vitaminas e alcaloides (Floss, 2011).

A maioria da adubação é feita de forma química, assim há uma grande importância de estudos que visem a otimização destes insumos, sendo o milho uma das culturas que tem a maior demanda de nitrogênio (Basi, 2013). A adubação nitrogenada influencia no rendimento de grãos e na qualidade do produto em consequência do teor de proteína nos grãos (Amaral Filho et al., 2005).

A baixa eficiência da utilização de fertilizantes nitrogenados de forma mineral, é devido à ação de processos como a lixiviação, volatilização de amônia, desnitrificação, erosão e imobilização microbiana. E por ser um nutriente absorvido em grandes quantidades pelas plantas cultivadas, por apresentar altas perdas, pode representar o nutriente mais caro para a agricultura (Cantarella, 2007).

A principal fonte de N na natureza é a atmosfera constituída de aproximadamente 78 % de N<sub>2</sub>, entretanto, este não está disponível para as plantas (Taiz & Zeiger, 2004). Existem bactérias capazes de fixar o N<sub>2</sub> da atmosfera e transformá-los em forma disponíveis para as plantas (Hungria, 2011; Taiz & Zeiger, 2004).

As bactérias fixadoras de N são encontradas na natureza na forma de vida livre ou em associação com plantas, e estão em geral amplamente distribuídas no solo (Didonet et al., 2000).

O gênero *Azospirillum* abrange um grande grupo de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), sendo *Azospirillum brasilense* a principal espécie fixadora de nitrogênio pesquisada no Brasil (Hungria, 2011).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de *Azospirillum brasilense* via semente com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Sertão (IFRS/Sertão) (S28°03'18", W52°14' 53", a 670m de altitude). O solo da área é classificado como nitossolo bruno-vermelho distrófico profundo (Embrapa, 2013), e o clima, classificado por Köppen como Cfa, com chuvas bem distribuídas e temperatura média anual de 18,3°C (Moreno, 1961).

A área da implantação do experimento encontrava-se em pousio por um período de um ano, sendo anteriormente utilizada na cultura da soja. Os resultados da análise química do solo da camada 0-10 cm foram: pH em água: 5,6; Matéria orgânica (MO): 3 %; Potássio (K): 194 mg dm<sup>-3</sup>; Fósforo (P): 20 mg dm<sup>-3</sup>; Cálcio (Ca): 4,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Magnésio (Mg): 1,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Alumínio (Al): 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC<sub>pH7,0</sub>: 10,89; Saturação por bases (V): 63,42 %.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial "2x4", com quatro blocos. O primeiro fator foi a aplicação de nitrogênio em cobertura (zero e 194 kg ha<sup>-1</sup>) e o segundo fator foram as doses do produto a base da bactéria *Azospirillum brasilense* (zero, dois, quatro e oito g kg<sup>-1</sup> de semente), sendo que a indicação do produto é a dose de quatro g do produto diluído em solução açucarada por kg de semente. O inoculante utilizado foi a base de *Azospirillum brasilense*, contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 na concentração de 2 x 10<sup>8</sup> Unidades Formadoras de Colônia g<sup>-1</sup>. O composto foi aplicado no momento do semeio, diretamente na semente. As parcelas utilizadas tiveram área de 12 m<sup>2</sup>, mas a área útil foi de 4,5 m<sup>2</sup>.

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015 com o híbrido Biomatrix<sup>®</sup> BM915 PRO<sup>®</sup> com 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação utilizada conforme análise de solo, interpretada para recomendação de adubação através do Rolas (2004) para expectativa de rendimento de grão 12.000 kg ha<sup>-1</sup>, o nitrogênio aplicado em cobertura no estádio V4 e V8 na dose de 194 kg ha<sup>-1</sup> de N na formulação de uréia (45% N).

As variáveis avaliadas foram rendimento de grãos e leitura de clorofila. Para a leitura do teor de clorofila utilizou-se o Medidor Portátil de Clorofila (MPC) Falker<sup>®</sup> Clorofilog<sup>®</sup>, o qual possui uma

escala de medição de zero a 100 Índice de Clorofila Falker (ICF), resolução de medição de 0,1 ICF e três faixas de frequência de medição (Falker, 2007).

A leitura de clorofila foi realizada na penúltima folha quando o milho estava no estádio R4 em quatro plantas por parcela com três leituras por planta. Posteriormente à colheita, foi feita a classificação das amostras para retirar as impurezas, e também a quantificação da umidade para correção a 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e sendo verificado efeito significativo para algum parâmetro avaliado, suas médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (p<0,05), utilizando-se o software "ASSISTAT 7.7 BETA" (Assistat, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos valores médios do teor de clorofila da folha não se difere ao comparar o fator das diferentes doses da bactéria *Azospirillum brasilense*, assim como a interação entre os fatores doses do inoculante e aplicação de nitrogênio. Entretanto, ao comparar somente a aplicação de nitrogênio expresso na **tabela 1**, ocorreu um acréscimo dos teores de clorofila na folha, quando foi aplicado fertilizante mineral em cobertura. Estes dados corroboram com os de Mello (2012), onde somente o fator N elevou os teores de clorofila na folha em dois anos.

**Tabela 1** – Valores médios do Índice de Clorofila Falker (ICF) nas diferentes doses de N no híbrido BM915 PRO<sup>®</sup>, IFRS, Sertão, RS, 2015.

Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	ICF <sup>1 2</sup>
0	41,46 b
194	49,97 a

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Plantas avaliadas no estádio V12. CV<sub>exp.</sub> = 8,21%.

Entretanto, para Jordão et al. (2010) o teor de clorofila na folha aumenta na presença de *Azospirillum* e com a aplicação de nitrogênio. Sendo que o teor de clorofila aumenta linearmente quando se aumenta a dose de N.

Estudos de Chapman & Barreto (1997), citam que 50 a 70% do N total das folhas são integrante de enzimas, que estão adjuntas ao cloroplasto (Stocking & Ongun, 1962). Na cultura do milho, a relação entre teor de N na folha e rendimento de grãos já está bem estabelecida (Waskom et al., 1996). Assim, ao comparar a leitura de clorofila do fator nitrogênio, há um aumento de N na planta em

virtude do maior teor de clorofila.

Os valores de rendimento de grãos em relação a aplicação de nitrogênio estão expressos na **tabela 2**.

**Tabela 2** – Valores médios de rendimento de grãos nas diferentes doses de N no híbrido BM915 PRO®, IFRS, Sertão, RS, 2015.

Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>
0	8.817 b
194	11.455 a

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, não se diferenciaram pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CVexp. = 14,85%.

A aplicação do fator nitrogênio aumentou de forma significativa o rendimento do milho, o que torna esta prática imprescindível na cultura, já o fator doses da bactéria *Azospirillum brasilense* e a interação entre as doses e a utilização de nitrogênio não demonstrou ser uma prática eficiente, pois não há diferença em sua aplicação.

A bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* via solução nas sementes, com e sem a aplicação de nitrogênio em cobertura, não interfere no desenvolvimento de plantas e na produtividade da cultura do milho, assim a bactéria não substitui o uso de fertilizantes nitrogenados (Repke et al., 2013). Para Mello (2012) a aplicação da bactéria não influenciou no rendimento de grão na cultura.

Müller et al. (2012), não encontrou diferença no rendimento de grãos e teor de clorofila, sendo necessário mais estudos com *Azospirillum brasilense* sobre a eficiência desta bactéria.

Cerca de 30 a 90% das amostras de solo coletadas em todo o mundo contem *A. brasilense* e *A. lipoferum* (Döbereiner & Day, 1976). Neste sentido, como pode haver presença de outras estirpes de bactérias no solo (Hungria, 2011), este fato pode ter interferido no fornecimento de substâncias que interferiram na avaliação deste experimento. Bactérias fixadoras de N estão em geral amplamente distribuídas no solo (Didonet et al., 2000). Assim, a presença destas bactérias, pode ser um dos motivos a qual a aplicação de *Azospirillum brasilense* não demonstrou efeito significativo, contestando os trabalhos de Hungria (2011) e Jordão (2010) a qual encontraram aumento no rendimento em sementes inoculadas.

O tratamento industrial de semente pode afetar no estabelecimento de *Azospirillum*, pois podem apresentar incompatibilidade com fungicidas e outros produtos (Hungria et al., 2007).

### CONCLUSÕES

A inoculação da semente com diferentes doses da bactéria *Azospirillum brasilense* não apresentou efeito na cultura do milho, tanto para rendimento como para teor de clorofila.

A aplicação de nitrogênio em cobertura proporcionou aumento no rendimento de grãos e no teor de clorofila.

Na condução do experimento, o uso de *Azospirillum brasilense* não substitui a aplicação de nitrogênio mineral na cultura do milho.

### REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 467-473, 2005.

ASSISTAT. **Assistência Estatística**: versão 7.7 beta. Paraíba: Campina Grande, 2016.

BASI, S. Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura de milho. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste.

CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 7, p. 375-470.

CHAPMAN, S. C., BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safras brasileira de grãos, v.2 - Safra 2014/15, n.6 - Sexto Levantamento, Brasília, p. 1-103, mar. 2015.

DIDONET, A. D.; LIMA, A. S.; CANDATEN, A. A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos em trigo submetidos à inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 401-411, 2000.

DÖBEREINER, J.; DAY, J. M. Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. In: NEWTON, W. E.; NYMAN, C. T. (Ed.). **Nitrogen Fixation**. Washington: Washington State University, 1976. p. 518-538.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FALKER. Medidor Eletrônico de Teor de Clorofila – Clorofilog CFL 1030, **Manual de Instruções**, 32 p., 2007.

- FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: O estudo do que está por trás do que se vê.** 5. ed. Passo Fundo: Editora UPF, 2011. 734 p.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 40 p.
- JORDÃO, L. T.; LIMA, F. F.; LIMA, R. S.; MORETTI, P. A. E.; PEREIRA, H. V.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA, M. C. N. Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com braquiária. In: FertBio, 2010, Maringá, **Anais...** Guarapari: SBCS, 2010. p. 1-5.
- MELLO, N. Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas culturas de milho e trigo. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 35 p.
- MÜLLER, T. M.; BAZZANEZI, A. N.; VIDAL, V.; TUROK, J. D. N.; RODRIGUES, J. D.; SANDINI, I. E. Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho. In: XXIX Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo, 2012. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.
- REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J. da; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013.
- ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D.; LOBATO, P. N. Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010.
- ROLAS – Rede Oficial de Análise de Solo e Tecido Vegetal. **Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.
- STOKING, C.R., ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 49, n. 3, p. 284-289, 1962.
- WASKOM, R. M., WESTFALL, D. G., SPELLMAN, D. E. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 27, n. 3, p. 545-560, 1996.





## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Efeito residual da calagem e silicatagem superficial na produtividade do milho

**Katiuça Sueko Tanaka<sup>(1)</sup>; Letusa Momesso Marques<sup>(2)</sup>; Felipe de Andrade Faleco<sup>(3)</sup>; Lucas André Curto Donini<sup>(4)</sup>; Cassiano Silva Puoli<sup>(5)</sup>; Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; Botucatu, SP; [sueko\\_tanaka@hotmail.com](mailto:sueko_tanaka@hotmail.com); <sup>(2)</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista Capes; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [letusamomesso@gmail.com](mailto:letusamomesso@gmail.com); <sup>(3)</sup> Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [felipe.faleco@hotmail.com](mailto:felipe.faleco@hotmail.com); <sup>(4)</sup> Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [lucasdonini.unesp@gmail.com](mailto:lucasdonini.unesp@gmail.com); <sup>(5)</sup> Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [cassiano.puoli@gmail.com](mailto:cassiano.puoli@gmail.com); <sup>(6)</sup> Professor Doutor Titular, bolsista CNPq de produtividade; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [crusciol@fca.unesp.br](mailto:crusciol@fca.unesp.br).

**RESUMO:** O acúmulo de resíduos vegetais e fertilizantes em superfície no sistema plantio direto acelera o processo de acidificação do solo, uma vez que é um dos fatores mais importantes que limitam a produção das culturas. Dentro deste enfoque, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da aplicação superficial de calcário e silicato de cálcio e magnésio na produtividade do milho em experimento de longa duração no sistema plantio direto (SPD). O experimento foi instalado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP). O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distroférico típico argiloso. A área experimental vem sendo cultivada sob SPD desde 2002/2003. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de corretivos da acidez do solo aplicados superficialmente e o controle (calcário, silicato de cálcio e magnésio e sem corretivo). Foram determinadas a produção de massa de matéria seca da parte aérea, população de plantas, espigas por planta, grãos por espiga, massa de 100 grãos e a produtividade de grãos da cultura do milho. Com o presente trabalho pôde-se concluir que: o efeito residual da calagem e silicatagem, mesmo após 36 meses, ainda proporcionam benefícios à cultura.

**Termos de indexação:** corretivos da acidez do solo, sistema plantio direto, correção do solo.

No Brasil, aproximadamente 70% das áreas cultivadas possuem elevada acidez, com altos teores de alumínio e manganês e baixa disponibilidade de bases trocáveis (Ritchey et al., 1982), conseqüentemente, sendo um fator limitante para alta produtividade das culturas. Essas propriedades podem ser alteradas com o uso de corretivos, como o calcário, que é uma prática utilizada tanto para correção de acidez do solo quanto para o fornecimento de cálcio e magnésio.

Para a correção da acidez do solo no SPD, o calcário tem sido aplicado na superfície do solo, sem incorporação, sendo uma prática questionável quanto a sua eficiência, em razão dos materiais utilizados na correção do solo ser pouco solúvel em água e apresentarem baixa mobilidade no solo (Caires et al., 1998; Pavan & Oliveira, 2000). Outro material que possui poder neutralizante é o silicato de Ca e Mg, que se comportam de forma semelhante aos calcários (Castro, 2012). Os silicatos de Ca e Mg apresentam a vantagem da presença de silício, um elemento benéfico, que leva à formação de dupla camada de sílica-cutícula e sílica-celulose quando depositado na parede celular da epiderme das folhas (Ma & Yamaji, 2006), e ainda é um material 6,78 vezes mais solúvel que o calcário (Corrêa et al., 2007). Desse modo, objetivou-se avaliar a influência da aplicação superficial de calcário e silicato de Ca e Mg na produtividade da cultura do milho no SPD em experimento de longa duração.

### INTRODUÇÃO

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento vem sendo conduzido desde 2006 na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu, SP, apresentando como coordenadas geográficas 48° 23' de longitude Oeste de Greenwich e 22° 51' de latitude Sul, com altitude de 765 metros. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (Embrapa, 2013), o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico argiloso. Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Lombardi Neto & Drugowich, 1994).

### Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de corretivos aplicados superficialmente sobre o solo, e o tratamento controle (calcário, silicato de Ca e Mg e sem corretivo). Cada unidade experimental possuía dimensões de 5,4 m de largura e 10 m de comprimento, totalizando 54 m<sup>2</sup>.

As doses dos corretivos foram calculadas objetivando elevar a saturação por bases (V%) a 70%, utilizando-se dois produtos: calcário dolomítico (PRNT=74%, CaO=35%, MgO=12%) e silicato de Ca e Mg (PRNT=66%, CaO=32%, MgO=9% e SiO<sub>2</sub>=23%). A aplicação superficial dos corretivos foi realizada de forma manual no dia 26 de setembro de 2011.

O milho foi semeado em 06 de novembro de 2014, utilizando-se o híbrido simples Dekalb 390 VT PRO 2, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e três plantas por metro. Adubou-se a cultura com 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16. Realizou-se a adubação de cobertura com sulfato de amônio, aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, quando a cultura encontrava-se no estágio V4 com. Assim, foram realizadas as seguintes avaliações na cultura do milho: massa de matéria seca, população de plantas, número de espigas por planta, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos.

### Delineamento e análise estatística

O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade.

a aplicação superficial dos corretivos (**Tabela 1**). Os corretivos da acidez do solo são fontes de Ca e Mg, os quais são fundamentais na estruturação da planta e na transformação de água, nutrientes e energia solar em carboidratos, conseqüentemente ocorre o aumento no acúmulo de MS, conforme Forestieri & De-Polli (1990) e Nwachuku & Loganathan (1991). Apesar do número de espigas por planta (NEP) ser um caráter determinado geneticamente (Deobley, 1990), observou-se diferença nessa variável em função da correção da acidez do solo (**Tabela 1**). Castro (2012) ao avaliar a cultura do milho em função da aplicação superficial de corretivos da acidez do solo, não observou diferença no NEP. Possivelmente, o NEP foi influenciado em razão do efeito residual dos corretivos. Uma vez que o milho foi semeado 36 meses após a correção do solo.

A aplicação superficial de calcário e silicato promoveu maior número de grãos por espiga e massa de cem grãos, e conseqüentemente, resultou em maior produtividade de grãos de milho. Estudos evidenciam respostas pouco expressivas do milho à aplicação superficial de calcário (Caires et al., 1999; Rheinheimer et al., 2000). Entretanto, 36 meses após a aplicação dos corretivos, pode-se observar que maiores produções de milho foram obtidas nos tratamentos em que houve a correção da acidez do solo (**Tabela 1**), corroborando com Castro & Crusciol (2015), Castro (2012) e Caires et al. (2004).

A correção da acidez do solo proporcionou maior produtividade de grão de milho, ou seja, elevaram a produtividade, em média, em 5,4 e 6,7 Mg de grãos ha<sup>-1</sup>, apresentando ganhos expressivos, em relação ao controle, da ordem de 59% e 73% para o calcário e o silicato, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca (MS) aumentou com

## CONCLUSÕES

Ao longo dos anos, os resíduos da aplicação superficial de calcário e silicato sem incorporação, é eficiente na correção da acidez do solo, influenciando diretamente na produtividade do milho.

Decorridos 36 meses da aplicação superficial dos corretivos, os mesmos continuam exercendo benefícios à cultura do milho.

## AGRADECIMENTOS

À Capes pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao sexto autor.

## REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W. A.; MADRUGA, E. F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 23, p. 315-327, 1999.

CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, p. 125-136, 2004.

CAIRES, E. F. et al. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 27-34, 1998.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Effects of surface application of dolomitic limestone and calcium-magnesium silicate on soybean and maize in rotation with green manure in a tropical region. **Bragantia**, v. 74, n. 3, p. 311-321, 2015.

CASTRO, G. S. A. **Atributos do solo decorrentes dos sistemas de produção e da aplicação superficial de corretivos**. 2012. 155 f. Tese (Doutorado em

Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

CORRÊA, J. C. et al. Correção da acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1307-1317, 2007.

DEOBLEY, J. Molecular evidence and the evolution of Maize. **Economic Botany**, v. 444, n. 3, p. 6-29, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 353 p., 2013.

FORESTIERI, E. F.; DE POLLI, H. Calagem, enxofre e micronutrientes no crescimento do milho e da mucuna preta num podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 14, p. 165-172, 1990.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, v. 2, 168 p., 1994.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 11, p. 392-397, 2006.

NWACHUKU, D. A.; LOGANATHAN, P. Effect of liming on maize yield and soil properties in Southern Nigeria. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Nova Iorque, v. 22, p. 623-639, 1991.

PAVAN, M. A.; OLIVEIRA, E. L. Corretivos da acidez do solo: experiências no Paraná. In: KAMISNKI, J., coord. Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto. Pelotas, Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. P. 61-76. (Boletim, 4).

RHEUNHEIMER, D. S.; SANTOS, E. J. S.; KAMINSKI, J.; XAVIER, F. M. Aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso. **Ciência Rural**, n. 30, p. 263-268, 2000.

RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E.; COSTA, U. F. Calcium deficiency in clayey B horizons of Savabba Oxisols. **Soil Science**, Baltimore, v. 133, p. 378-382, 1982.

**Tabela 1.** Massa de matéria seca de parte aérea (MS), população de plantas (PP), número de espigas por planta (NEP), número de grãos por espiga (NGE), massa de 100 grãos (M100), produtividade de grãos (PG) da cultura do milho em função da aplicação superficial de corretivos da acidez do solo e probabilidade de F. Botucatu, SP, 2014.

Tratamento	MS	PP	NEP	NGE	M100	PG
<b>Corretivos</b>	kg ha <sup>-1</sup>	mil ha <sup>-1</sup>	----- n <sup>o</sup> -----		g	Mg ha <sup>-1</sup>
<b>Controle</b>	13.2 b	65 a	0,9 c	458 b	35,1 b	9.2 b
<b>Calcário</b>	15.6 a	67 a	1,2 b	517 a	36,9 a	14.6 a
<b>Silicato</b>	16.3 a	68 a	1,3 a	536 a	36,9 a	15.9 a
<b>Prob F</b>	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	0,01	<0,01





---

\* e ns, significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste t ( $p < 0,05$ ). Prob: probabilidade de F.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”

---

## EFICIÊNCIA DO USO DE FERTILIZANTES ESTABILIZADOS EM MILHO

**Isadora Rodrigues Jaeger<sup>1</sup>; Paulo Regis Ferreira da Silva<sup>2</sup>; Laís Corrêa Miozzo<sup>3</sup>;  
Silmara Correia da Luz<sup>4</sup>; Andrei Marafon<sup>5</sup> e Natan Henrique Ferrari Pagliarini<sup>6</sup>.**

<sup>1</sup> Estudante de graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: isa.jaeger@gmail.com. <sup>2</sup> Docente convidado; UFRGS/FA, Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e Pesquisador CNPQ: paulo.silva@ufrgs.br<sup>3</sup> Estudante de pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Faculdade de Agronomia (FA). Porto Alegre, RS, bolsista CAPES: laismiozzo@gmail.com; <sup>4</sup> Estudante de pós-graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: andrei.marafon@gmail.com. <sup>5</sup> Estudante de pós-graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: silcorreia@gmail.com; <sup>6</sup> Engº Agrônomo Mestre em Fitotecnia, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, natanpagliarini@hotmail.com

**RESUMO:** Dentre as maneiras de reduzir as perdas de nitrogênio (N) está o uso de fontes estabilizadas, como os inibidores de urease e de nitrificação. O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de uso de fertilizantes nitrogenados estabilizados aplicados em cobertura no milho irrigado.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em fatorial 4 X 3, com quatro repetições. O experimento foi composto de dois fatores, sendo quatro fontes de fertilizantes nitrogenados em cobertura (ureia comum (UC), ureia com inibidor de urease (UIU), ureia com inibidor de nitrificação (UIN) e ureia combinada com os dois inibidores (UIU+UIN) e três doses de nitrogênio em cobertura (50, 120 e 270 kg ha<sup>-1</sup>). Uma testemunha sem aplicação de N no milho foi incluída. O híbrido regente foi o AG 9025, com tecnologia PRO3.

A resposta do rendimento de grãos de milho a fontes de N dependeu da dose de N aplicada em cobertura. Na dose mais baixa de N (50 kg ha<sup>-1</sup>), a fonte de N não influenciou o rendimento de grãos. No entanto, na dose intermediária (120 kg ha<sup>-1</sup>), a aplicação da ureia com inibidor da urease aumentou o rendimento de grãos em 20,5 % (1,85 Mg ha<sup>-1</sup>) em relação à ureia comum. Já na dose mais alta de N (270 kg ha<sup>-1</sup>), o uso associado dos dois inibidores, o da urease e o da nitrificação, resultou em aumento de 24,2 % (2,68 Mg ha<sup>-1</sup>) no rendimento de grãos em relação à ureia comum.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, inibidor de urease, inibidor de nitrificação.

### Introdução

Uma das práticas de manejo fundamentais para se atingir altas produtividades de grãos na cultura do milho é a adubação nitrogenada. O nitrogênio (N) apresenta uma dinâmica complexa no solo, sendo muito influenciado pelas condições do ambiente, pelas fontes de adubo, doses e formas de

aplicação. Essa complexidade deve-se às inúmeras transformações do N no solo, potencializadas pela ação de microrganismos e condições ambientais. Devido a esses fatores, incrementar a eficiência de adubos nitrogenados torna-se importante, a fim de reduzir impactos ambientais, aumentar as produtividades e reduzir custos de produção.

A fonte de N mais utilizada no Brasil é a amídica (ureia), devido ao alto teor de N (45%) e ao menor custo por unidade de nutriente aplicado. Entretanto, a eficiência de uso da ureia é muito baixa, em torno de 50 % (Saiz-Fernandes et al., 2015), pois apenas parte do N aplicado é absorvido pelas plantas. O restante é perdido no sistema solo-planta-atmosfera pelos processos de volatilização, lixiviação e desnitrificação. Essas perdas podem ser minimizadas pela correta utilização da forma, dose, época e fonte de N (Meira, 2006).

Dentre as maneiras de reduzir as perdas está o uso de fontes de N estabilizado, como os inibidores de urease e de nitrificação. Os inibidores de urease apresentam grande potencial, já que reduzem as perdas de N por volatilização de amônia. Destacam-se em sistemas em que o manejo não permite a incorporação do adubo nitrogenado, como o plantio direto (Cantarella et al., 2008). Com isso, há mais tempo para que o fertilizante seja incorporado ao solo pela precipitação pluvial ou irrigação. Já os inibidores de nitrificação atuam na primeira fase da nitrificação, controlada pelas bactérias do gênero *Nitrossomonas*. Estas retardam a oxidação do amônio a nitrito por determinado período de tempo. Com isso, a segunda etapa, controlada por bactérias do gênero *Nitrobacter* não ocorre, devido à falta de nitrito no processo. Esse inibidor é importante para auxiliar na redução de perdas de N por lixiviação, devido a menor disponibilidade de nitrato no sistema, que é mais suscetível a perdas no perfil do solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar, em condições de campo, a eficiência agrônômica de dois

fertilizantes nitrogenados estabilizados, com inibidores da urease e da nitrificação, aplicados em cobertura no milho irrigado.

### Material e métodos

A pesquisa foi conduzida a campo no ano agrícola 2015/16, na Estação Experimental Agrônômica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), no município de Eldorado do Sul, região ecoclimática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo é caracterizado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck, 2008). A área experimental está sendo conduzida em sistema de semeadura direta há 26 anos, com rotação milho/soja no verão e aveia branca no outono-inverno.

### Tratamentos e amostragens

O experimento foi composto por dois fatores, sendo quatro fontes de fertilizantes nitrogenados em cobertura (ureia comum (UC), ureia com inibidor de urease (UIU), ureia com inibidor de nitrificação (UIN) e ureia combinada com os dois inibidores (UIU+UIN)) e três doses de nitrogênio aplicado em cobertura (50, 120 e 270 kg ha<sup>-1</sup>). Uma testemunha sem aplicação de N no milho foi incluída.

Realizou-se uma primeira adubação de cobertura de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N no estádio V<sub>4</sub>, da escala de Ritchie et al. (1993), uniformemente em todos os tratamentos, exceto na testemunha sem aplicação de N em cobertura. A aplicação das diferentes fontes de N foi realizada no estádio V<sub>7</sub>, de acordo com a escala de Ritchie et al. (1993). Para estimular maiores perdas por lixiviação foi realizada uma irrigação de 65 mm, aos 15 dias após a adubação em cobertura. Além disso, ocorreu uma precipitação de 15 mm, totalizando 83 mm durante esse período. O ano de realização do experimento foi um ano de “El Niño”, em que foram observadas precipitações acima da média climatológica da região.

A semeadura do milho foi realizada no dia 01 de setembro de 2015, em sistema de semeadura direta, com aveia branca (*Avena sativa*) como cobertura de outono-inverno. O genótipo utilizado foi o híbrido simples AG 9025 PRO3, de ciclo precoce, e com eventos Bt e RR. A densidade final de plantas foi de 8,0 pl m<sup>-2</sup> e o espaçamento entrelinhas de 0,5 m. A adubação na semeadura foi de 30, 180 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. O milho foi irrigado por aspersão sempre que a umidade volumétrica no solo atingia

18 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> pela leitura realizada no equipamento Hidrofarm.

As determinações realizadas foram: quantidade de N acumulado por hectare na parte aérea da planta no espigamento, senescência foliar avaliada no estádio R<sub>4</sub>, rendimento de grãos, estimado em uma área útil de 13,0 m<sup>2</sup>, e eficiência agrônômica de uso do N (EAN). A EAN foi calculada conforme metodologia proposta por Baligar et al. (1990) pela fórmula:

$$EAN = (RF - RNF) / QNA$$
 Onde RF é o rendimento de grãos dos tratamentos com adubação nitrogenada (kg ha<sup>-1</sup>), RNF é o rendimento de grãos do tratamento sem adubação nitrogenada (kg ha<sup>-1</sup>) e QNA é a quantidade de N aplicada em cobertura (kg ha<sup>-1</sup>).

### Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em fatorial 4 X 3, com quatro repetições.

Para a análise de variância foi considerada a significância de p ≤ 0,05 para os efeitos principais e de p ≤ 0,20 para as interações, segundo descrito por Perecin e Filho (2008). Quando significativo, foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

### Resultados e discussão

Para as variáveis quantidade de nitrogênio acumulado por hectare na parte aérea da planta no espigamento, porcentagem de senescência foliar e rendimento de grãos houve interação de fontes e doses de N.

Nas doses de 120 e 270 kg ha<sup>-1</sup> de N, a quantidade de N acumulada na parte aérea no espigamento não variou em função de fontes de N (Tabela 1). No entanto, na menor dose de N (50 kg ha<sup>-1</sup>), observou-se menor quantidade de N acumulada com a aplicação conjunta dos inibidores da urease e da nitrificação. A quantidade de N acumulada aumentou com o incremento da dose de N aplicada, independentemente da fonte de N.

A porcentagem de senescência foliar não variou em função de fontes de N na menor dose de N (50 kg ha<sup>-1</sup>). No entanto, na dose de 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, a aplicação da ureia com o inibidor de urease resultou em menor senescência em relação às demais fontes. Já na maior dose (270 kg ha<sup>-1</sup>), os tratamentos com inibidor de urease e com os inibidores da urease e da nitrificação associados



apresentaram menor percentagem de senescência em relação à ureia comum e à ureia com inibidor da nitrificação. (Tabela 1). A menor senescência foliar com a aplicação da ureia com inibidor da urease deveu-se às menores perdas por volatilização de amônia. Com isso, há maior disponibilidade de N para a planta absorver, havendo menor necessidade de remobilização desse nutriente das folhas mais velhas para as mais novas. Independentemente de fonte de N, a senescência foliar diminuiu à medida que aumentou a dose de N aplicada em cobertura no milho.

Para rendimento de grãos houve resposta a fontes de N apenas com a aplicação das doses de 120 e 270 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 1). Na dose intermediária (120 kg ha<sup>-1</sup> de N), a aplicação da ureia com inibidor da urease aumentou o rendimento de grãos em 20,5 % (1,85 Mg ha<sup>-1</sup>) em relação à ureia comum. Nessa dose, a aplicação da ureia com inibidor da nitrificação não resultou em aumento do rendimento em relação à ureia comum. Já na maior dose aplicada (270 kg ha<sup>-1</sup> de N), obteve-se o maior rendimento de grãos com a aplicação conjunta dos dois inibidores, o da urease e o da nitrificação. Em relação à ureia comum, o aumento de rendimento foi de 24,2 % (2,68 Mg ha<sup>-1</sup>).

Para eficiência agrônômica de uso do N (EAN) foram significativos os efeitos principais de fontes e de doses de N aplicada em cobertura. Com a aplicação da ureia com inibidor da urease, a EAN foi 18 % superior à obtida com a aplicação da ureia comum (Tabela 2). A aplicação da ureia com inibidor da nitrificação resultou em EAN similar à obtida com ureia comum. A EAN diminuiu à medida que aumentou a dose de N aplicada em cobertura, na média de fontes de N, sendo de 131, 54 e 33, respectivamente com as aplicações das doses de 50, 120 e 270 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## Conclusões

A resposta do rendimento de grãos de milho a fontes de N depende da dose de N aplicada em cobertura. Na dose intermediária (120 kg ha<sup>-1</sup>), a aplicação da ureia com inibidor da urease é mais eficiente em relação à ureia comum. Já na dose mais alta (270 kg ha<sup>-1</sup>), as maiores respostas são obtidas com o uso associado dos dois inibidores, o da urease e o da nitrificação.

A aplicação da ureia com inibidor da urease aumenta a eficiência agrônômica de uso do nitrogênio em milho em relação à ureia comum, independentemente de dose de N aplicada.

## Referências

BALIGAR, V. C.; DUNCAN, R. R.; Fageria, N, K. Soil-plant interaction on nutrient efficiency in plants: an overview. In Baligar, R. V.; Duncan, R. R. (Ed.). **Crops as enhancers of nutrient use**. San Diego: Academic, 1990. p. 351-373.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: FANCELLI, A.L. (ed). **Milho - Nutrição e Adubação**. Piracicaba, FEALQ, p.36-55, 2008.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.363-376, 2000.

MEIRA, F.A. Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho. 2006. 46f. **(Tese de Doutorado em Agronomia)** – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

MENEZES, B. G. **Estratégias de manejo para minimizar perdas de N por volatilização e aumentar o rendimento de grãos de milho irrigado**. 2015. 75 f. 14 Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PERECIN, D. & CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

RITCHIE, S.W. & HANWAY, J. J. **How a corn plant develops?** Iowa State University. Special Report n. 48, Ames, 1993. Disponível em [www.maize.agron.iastate.edu/corngrows.html](http://www.maize.agron.iastate.edu/corngrows.html). Acesso em 15 de agosto de 2014.

SAIZ-FERNÁNDEZ, I. et al. High nitrate supply reduces growth in maize, from cell to whole plant.

*Journal of Plant Physiology*, New York, v.173, n.1,  
p.120-129, 2015.

Tabela 1. N acumulado na parte aérea no espigamento, senescência foliar no estágio R<sub>4</sub> e rendimento de grãos de milho em função da aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no milho irrigado, Eldorado do Sul-RS, 2015/16.

<sup>1</sup> Fonte de N	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )			<sup>2</sup> CV (%)
	50	120	270	
N acumulado – kg ha <sup>-1</sup>				
UC	<sup>3</sup> A 147 b	A 113 b	A 200 a	23,21
UIU	AB 126 b	A 158 ab	A 202 a	
UIN	AB 129 b	A 122 b	A 196 a	
UIU+UIN	B 97 b	A 145 b	A 235 a	
Senescência foliar (%)				
UC	A 52 a	A 49 a	B 40 b	6,92
UIU	A 54 a	B 41 b	C 32 c	
UIN	A 55 a	A 46 b	A 46 b	
UIU+UIN	A 53 a	A 46 b	C 30 c	
Rendimento de grãos (Mg ha <sup>-1</sup> )				
UC	A9,20 b	B9,01b	B11,06a	8,56
UIU	A10,05b	A10,86ab	AB12,27a	
UIN	A9,54b	B8,36b	B11,53a	
UIU+UIN	A9,90b	AB9,96b	A13,74a	

<sup>1</sup>UC: ureia comum; UIN: ureia com inibidor da nitrificação; UIU: ureia com inibidor da urease e UIU+ UIN: ureia com inibidor da urease e da nitrificação; <sup>2</sup>Coefficiente de variação. <sup>3</sup>Letras maiúsculas na coluna comparam fontes de N dentro de cada dose e letras minúsculas na linha comparam doses de N dentro de cada fonte, pelo teste de Tukey (p<0,05). (Rendimento de grãos da testemunha, sem aplicação de N em cobertura: 3,11 Mg ha<sup>-1</sup>).

Tabela 2. Eficiência agrônômica de uso do N (EAN) em função de fontes de N aplicadas em cobertura no milho irrigado, na média de doses de N. Eldorado do Sul-RS, 2015/16.

<sup>1</sup> Fonte	<sup>4</sup> EAN (kg kg <sup>-1</sup> )
UC	67 C
UIU	79 A
UIN	68 BC
UIU+UIN	77 AB
<sup>2</sup> CV (%)	16,82

<sup>1</sup>UC: ureia comum; UIN: ureia com inibidor da nitrificação; UIU: ureia com inibidor da urease e UIU+ UIN: ureia com inibidor da urease e da nitrificação <sup>2</sup>Coefficiente de variação. <sup>3</sup>Letras diferem pelo teste de Tukey (p<0,05.) <sup>4</sup> Quilogramas de grãos de milho produzidos por quilograma de N aplicado.

## Estabelecimento de Metodologia para Análise e Quantificação da Colonização por Fungo Micorrízico Arbuscular em Milho

**Amanda Bianchi da Silva Gonçalves<sup>(1)</sup>; Eliane Aparecida Gomes<sup>(2)</sup>; Ubiraci Gomes de Paula Lana<sup>(3)</sup>; Sylvia Moraes de Sousa<sup>(2)</sup>; Claudia Teixeira Guimarães<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas, MG, amanda.bianchi@yahoo.com; <sup>(2)</sup> Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(3)</sup> Analista Embrapa Milho e Sorgo.

**RESUMO:** A interação das raízes com fungos micorrízicos arbusculares é um dos principais mecanismos para aumentar a eficiência na aquisição de fósforo e de outros nutrientes pelas plantas. A cultura de milho é altamente dependente de adubação fosfatada, sendo um dos nutrientes mais limitantes para a sua produtividade. Assim, o objetivo desse trabalho foi estabelecer uma metodologia para análise e quantificação da colonização micorrízica em milho visando a caracterização futura de genótipos contrastantes quanto à eficiência na aquisição de fósforo. Plantas de milho com 30 dias de plantio em condições de campo foram utilizadas, cujas raízes finas foram tratadas e coradas com trypan blue. Fragmentos de raízes foram visualizadas em lupa estereoscópica, Zeiss AXIO Zoom V16. A metodologia proposta permitiu a visualização de todas as estruturas da colonização micorrízica nas células corticais de raízes de milho, incluindo hifas, vesículas e arbúsculos. Assim, novos experimentos serão delineados visando a quantificação da colonização micorrízica em genótipos de milho.

**Termos de indexação:** micorriza, deficiência de fósforo, FMA.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é um país eminentemente agrícola, com destaque na produção de milho (*Zea mays* L.), gramínea pertencente à família Poaceae. O milho é um cereal de grande importância econômica e social para o Brasil, que é o terceiro maior produtor mundial, com a produção de mais de 84 milhões de toneladas na safra 2014/15 (CONAB, 2016).

Para que o milho atinja boa produtividade é necessário que suas exigências nutricionais sejam supridas. Essa cultura requer grande fornecimento de nutrientes, sendo o fósforo um nutriente em destaque, pois este participa de processos como a

fotossíntese, respiração e transferência de energia da célula, além de compor ácidos nucleicos e fosfolípidos (Grant et al., 2001). O que limita o fornecimento deste nutriente para a cultura é a sua baixa disponibilidade no solo, devido à pouca solubilidade e sua grande interação com as argilas do solo (Klein, 2012). Deste modo, uma alta adubação fosfatada é necessária para atender à demanda da cultura.

Para vencer as limitações de fósforo no solo, as plantas conseguem desenvolver mecanismos que aumentam a eficiência na absorção desse nutriente. Dentre eles, destacamos as mudanças no sistema radicular, modificações químicas na rizosfera e interações com microrganismos (Vance & Chiou, 2011). A interação das raízes das plantas com os microrganismos é de grande importância para que haja um aumento da eficiência na absorção de fósforo. Os fungos micorrízicos arbusculares são os microrganismos que fazem esta interação benéfica à planta (Berbara et al., 2006). Estes microrganismos produzem hifas longas e finas que interagem com as raízes possibilitando a exploração de um maior volume de solo e, conseqüente, uma maior absorção de fósforo (Moreira & Siqueira, 2006).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estabelecer uma metodologia para análise e quantificação da interação micorrízica visando a caracterização futura de genótipos de milho contrastantes quanto à eficiência na aquisição de fósforo.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Análise da colonização micorrízica

O sistema radicular completo de genótipos de milho com 30 dias de plantio foi coletado em condições de campo na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, no período de março a julho de 2016.

As raízes finas foram retiradas e mantidas em

solução de KOH 10% por 30 minutos à 90°C em becker de 50 mL. Em seguida, o material lavado e incubado em uma solução de HCl, 0,3 M por 30 minutos, sendo então adicionado o corante trypan blue 0,1% por 8 minutos à 90°C. O corante foi removido e as raízes foram transferidas para placas contendo glicerol 50%.

As raízes foram dispostas linearmente em lâminas de microscópio, sendo colocados dez fragmentos de raízes por lâmina. Cada um dos fragmentos foi dividido em dez partes com o propósito de facilitar a visualização da presença ou ausência dos fungos micorrízicos. As raízes foram visualizadas e fotografadas em lupa estereoscópica Zeiss AXIO Zoom V16.

### Análise dos esporos dos fungos micorrízicos

Depois de separar as raízes, uma amostra de 100 gramas de solo foi retirada e separada em peneiras de 0,53 mm/μm e 4,25 mm/μm. O solo retido na peneira de 0,53 mm/μm foi centrifugado a 3000 rpm por 3 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi descartado e ao solo contido nos tubos foi adicionada uma solução de sacarose a 65%, sendo centrifugado novamente a 2000 rpm por 2 minutos. Terminado o processo, os esporos retidos na solução de sacarose foram peneirados e contados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia proposta permitiu a visualização de todas as estruturas da colonização micorrízica em genótipos de milho, incluindo hifas, vesículas e arbúsculos (Figura 1). As vesículas possuem um formato arredondado e podem estar localizadas dentro ou fora da célula (Figura 1A). Elas possuem grandes quantidades de lipídeos em seu interior, sendo assim órgãos de reserva energética do próprio fungo (Hoffmann, 2006). As vesículas e os arbúsculos se formam a partir das hifas (Figura 1B), que atuam como extensão das raízes e possuem grande capacidade de ramificação, exploram o solo em regiões onde as raízes não alcançam.

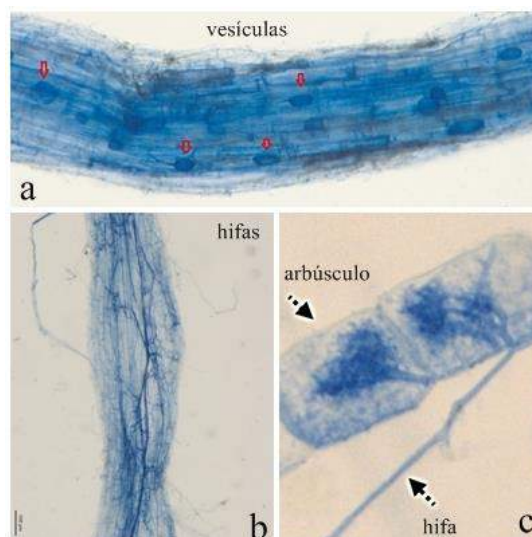
Os arbúsculos (Figura 1C) são estruturas intracelulares que se originam da hifa quando esta penetra nas células corticais. Eles permanecem, em sua forma por pouco tempo, 4 a 5 dias (Hoffmann, 2006). Após este período, o arbúsculo sofre degeneração e a célula tem sua atividade retomada. Fisiologicamente, o arbúsculo é a principal estrutura da simbiose entre o fungo e a planta, uma vez que são responsáveis pela troca de metabólitos.

As plantas sob condições de campo, mesmo cultivadas com níveis suficientes de adubação fosfatada, apresentaram boa taxa de colonização de fungos micorrízicos, o que alguns estudos

demonstram o contrário. No estudo de Carneiro et al. (2011), a medida em que se aumenta as doses de fósforo a colonização do fungo na raiz diminui, bem como a densidade de esporos.

Após a análise dos esporos, foi observada uma grande diversidade morfológica de fungos micorrízicos no solo do campo, sugerindo a existência de várias espécies mesmo em condições de campo com cultivo intensivo de milho.

O presente trabalho é uma prévia de outros experimentos. Condições em casa de vegetação e no campo estão sendo adaptadas para testes com outras linhagens de milho e diferentes doses de fósforo.



**Figura 1.** Estruturas do fungo micorrízico arbuscular em células corticais de raízes de milho cultivado em condições de campo. (a) vesículas, (b) hifas e (c) detalhe do arbúsculo e da hifa.



## CONCLUSÕES

A metodologia apresentada foi adequada para visualizar todas as estruturas da interação micorrízica e será utilizada na caracterização de genótipos de milho contrastantes para a aquisição de fósforo.

Mesmo em condições de alta concentração de fósforo no solo, os genótipos de milho apresentaram boa porcentagem de colonização por fungos micorrízicos arbusculares.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa, CNPq e Fapemig pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

BERBARA, R. L. L.; de SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 54-85.

CARNEIRO, R. F. V.; MARTINS, M. A.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L. Phosphorus fertilization and arbuscular mycorrhizal inoculation in culture of mixed forages. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.60, p. 232, p. 1191-1202, 2011.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2014/15. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_08\\_18\\_10\\_30\\_18\\_boletim\\_graos\\_agosto\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_08_18_10_30_18_boletim_graos_agosto_2015.pdf)>. Acesso em 29 de junho de 2016.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. The importance of early season phosphorus nutrition. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 85, 18-23, 2001.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente a poluente! **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.

MOREIRA, F. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006

VANCE, C. P.; CHIOU, T. J. Phosphorus focus editorial. **Plant Physiology**, v. 156, p. 987–988, 2011.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Fontes de resíduos orgânicos na composição de fertilizantes organominerais para adubação da cultura do milho.

**Mara Lúcia Martins Magela<sup>(1)</sup>; Melissa Cristina de Carvalho Miranda<sup>(2)</sup>; Reginaldo de Camargo<sup>(3)</sup>; Regina Maria Quintão Lana<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup>Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, Minas Gerais; E-mail: maralumm@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Graduanda em Agronomia; Universidade Federal de Uberlândia; <sup>(3)</sup>Professor; Universidade Federal de Uberlândia; <sup>(4)</sup> Professora; Universidade Federal de Uberlândia.

**RESUMO:** A utilização de fertilizantes organominerais é uma alternativa a adubação exclusivamente mineral que traz vantagens relacionadas a questões ambientais na agricultura e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Na agricultura atual busca-se por tecnologias que sejam capazes de oferecer melhorias na condição do solo de maneira mais eficiente para as plantas, uma vez que o fator fertilidade tem colaborado para as baixas produtividades de culturas importantes como a do milho. Dessa forma, objetivou-se analisar a eficiência de fertilizantes organominerais compostos por diferentes fontes orgânicas sobre fatores de crescimento na cultura do milho. Realizou-se um experimento em casa de vegetação, em delineamento em blocos casualizados com 4 repetições, em esquema fatorial 2x5+2, correspondente a duas fontes de fertilizantes (biossólido e torta de filtro), cinco doses (60%, 80%, 100%, 120% e 140%) e dois tratamentos adicionais, que foram um controle com apenas adubação mineral (100%) e uma testemunha (sem adubação). Foram analisados altura de plantas e diâmetro de colmo aos 35 e 65 dias após a semeadura. Os resultados demonstraram que o fertilizante organomineral com biossólido ou torta de filtro proporcionaram resultados semelhantes para as variáveis de crescimento em questão, sendo esses fertilizantes mais eficientes em promover desenvolvimento de plantas nos primeiros 35 dias após a semeadura quando comparado com os resultados observados aos 65 dias após a semeadura.

**Termos de indexação:** biossólido, torta de filtro, sustentabilidade.

considerada baixa quando comparada aos maiores produtores. Alta produtividade envolve vários aspectos, dentre eles a fertilidade do solo. No âmbito da nutrição de plantas, os fertilizantes têm sido melhorados para possibilitar melhores ganhos em custo benefício, diminuir perdas por lixiviação, volatilização ou adsorção (PEIXOTO, 2014; SANTOS 2013). Diante disso, a utilização de fertilizantes organominerais é uma alternativa a adubação exclusivamente mineral, trazendo vantagens relacionadas a questões ambientais e de fertilidade do solo, pois intensificam a utilização de passivos ambientais, aumentam a disponibilidade de nutrientes para as plantas e amenizam as perdas dos nutrientes por lixiviação, volatilização e fixação; BORSARI, 2013; TIRITAN, 2012). O fertilizante organomineral é uma tecnologia resultante da combinação de fertilizantes minerais e orgânicos que podem ser formulados a partir de resíduos orgânicos (BENITES et al., 2010; SOUZA et al., 2012), como a torta de filtro e o lodo de esgoto que são facilmente encontrados em grandes quantidades pelos setores que os geram. As duas fontes são ricas em matéria orgânica; macro e micronutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, ferro, manganês, cobre e zinco., sendo que as concentrações destes nutrientes vão variar de acordo com o tratamento que recebem, podendo disponibilizar grandes quantidades de cálcio e outros nutrientes essenciais as plantas (MAPA, 2009;). Diante da possibilidade da utilização desses resíduos para a composição de fertilizantes, o trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de fontes de matéria orgânica na composição de formulação de fertilizantes organominerais na cultura do milho.

### INTRODUÇÃO

Apesar de possuir grande potencial produtivo, a produtividade média da cultura do milho no Brasil é

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período entre 21/01 a 27/03 de 2015 em casa de vegetação pertencente a

Universidade Federal de Uberlândia-MG, Campus Umuarama (18°91'86" de latitude Sul e 48°27'72" de longitude Oeste de Greenwich; média de 800 m de altura), conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 2x 5+ 2. Foram utilizadas duas fontes de fertilizantes organominerais constituídos de resíduos orgânicos distintos (biossólido e outro com torta de filtro); cinco doses de fertilizante organomineral (60%, 80%, 100%, 120% e 140% da recomendação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) definidas de acordo com a necessidade fósforo do solo sendo que a dose de 100% correspondeu a 120 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante para suprir a necessidade da cultura neste nutriente seguindo a Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais” (Ribeiro, et al., 1999), e as demais doses seguiram o mesmo padrão. Também utilizou-se de controle positivo como referência (100% do recomendo com adubação mineral) e um negativo com ausência de adubação. Para a adubação mineral as fontes de nitrogênio, potássio e fósforo utilizou-se os fertilizantes ureia, cloreto de potássio e superfosfato simples, respectivamente.

A formulação dos fertilizantes organominerais foi a 5-17-10 (0,1% Boro + 3% Silício + 8% COT), fabricados pela empresa Geociclo. O híbrido usado foi o DKB 390.

Cada parcela dos tratamentos foi composta por dois vasos com capacidade de 5 kg de solo. Após 35 e 65 dias da semeadura foram analisadas a altura de planta e diâmetro do colmo. A primeira variável foi aferida com uma trena graduada em cm, medindo do solo até a curvatura da última folha. O diâmetro do colmo foi medido por meio de um paquímetro digital graduado em milímetros.

Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade de resíduos (Teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade das variâncias (Teste de Levene) e aditividade de bloco (Teste de Tukey para aditividade). Todos os dados atenderam as pressuposições a 0.01 de significância.

As variáveis foram submetidas ao teste de F da análise de variância. O estudo das fontes de fertilizantes organominerais foi realizado pelo Teste de Tukey e o das doses foi feito por regressão para obtenção de modelo estatístico. Para os tratamentos adicionais (controle positivo e negativo) aplicou-se o Teste de Dunnett. As análises foram realizadas ao nível de 0.05 de significância

De maneira geral, tanto para altura de planta quanto para diâmetro de colmo, nas duas épocas de avaliação, não foi possível observar diferenças nessas características diante da interação fonte e dose. Entretanto, comparando os tratamentos adicionais com os demais, notou-se comportamentos distintos. Para altura de plantas aos 35 dias (Tabela 1), foi observado que todos os tratamentos com fertilizantes organominerais alcançaram resultados superiores a ausência de adubação. Porém, quando realizou-se a comparação entre fertilizantes organominerais e adubação mineral, apenas o fertilizante à base de torta de filtro no percentual de 60% não se diferiu da adubação mineral, sinalizando que doses abaixo do recomendado utilizando esse tipo de fonte orgânica pode não ser tão eficiente para o desenvolvimento da cultura.

**Tabela 1** – Altura de plantas (cm) aos 35 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

Dose %	Fertilizante Organomineral	
	Biossólido	Torta de filtro
cm		
60	<sup>1</sup> 57.125 * °	53.9687 *
80	58.7625 * °	57.8875* °
100	59.3062 * °	59.4500* °
120	59.8187 * °	59.2187* °
140	61.1562 * °	59.3000* °
Média	59.23375 a	57.96500 a
Mineral	47.8562 °	
Sem adubo	43.4125 *	
CV%= 6.27; DMS= 7.2656		
<sup>2</sup> W= 0.988; F lev= 1.947; F adit= 1.609		

\* e +: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. <sup>2</sup>W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Entretanto, para a altura de plantas aos 65 dias (Tabela 2) verificou-se que todas as doses de fertilizantes organominerais quando comparadas com os controles proporcionaram altura de planta semelhantes. Provavelmente, nos primeiros dias após a semeadura ocorreu maior crescimento de planta devido a composição mineral dos fertilizantes que impulsionou maior disponibilidade de nutrientes no solo e de maneira imediata, tendo como consequência esse maior crescimento. Enquanto que a disponibilização de nutrientes promovida pela composição orgânica é mais lenta no decorrer do

## RESULTADOS E DISCUSSÃO



tempo não permitindo observar diferenças aos 65 dias nessa característica.

**Tabela 2** – Altura de plantas (cm) aos 65 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à adubação mineral e ausência de adubação

Dose %	Fertilizante Organomineral	
	Biossólido	Torta de filtro
cm		
60	<sup>1</sup> 118.6625	115.9438
80	117.1063	125.9563
100	120.1625	122.3500
120	120.8250	117.0250
140	123.4688	122.1313
Média	120.04500 a	120.68130 a
Mineral	120.2000 °	
Sem adubo	117.3312 *	
CV%= 7.96; DMS= 19.6209		
<sup>2</sup> W= 0.986; F lev= 1.83; F adit= 2.091		

\* e +: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. <sup>2</sup>W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.

Os resultados de crescimento referente ao diâmetro de plantas aos 35 dias (Tabela 3) demonstraram que todos os tratamentos apresentaram maiores resultados quando comparado com a ausência de adubação. Entretanto, ao comparar esses mesmos tratamentos com a adubação convencional (mineral), notou-se que os fertilizantes organominerais apresentaram maiores diâmetros de colmo a partir da dose de 80% da recomendação (120 kg ha<sup>-1</sup>). Usando percentual de 60% da recomendação, o diâmetro de colmo apresentou menores valores em relação aos demais e sem diferença estatística com a fonte mineral. Isso demonstra uma vez mais que doses desses fertilizantes abaixo da recomendação não são tão eficientes para suprir as necessidades nutricionais das plantas comparadas com os resultados das maiores doses.

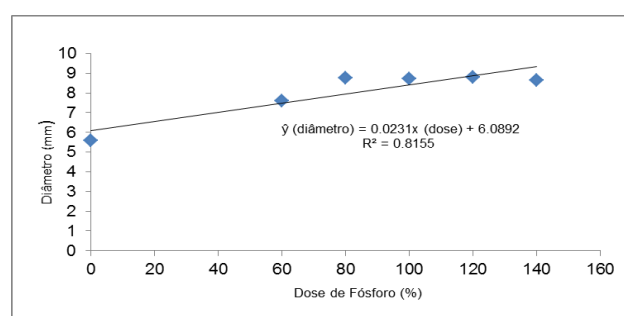
Observou-se que aos 35 dias, o fator dose foi significativo a 5% de probabilidade (Gráfico 1), indicando que à medida que se aumentou as doses dos fertilizantes organominerais houve crescimento dessa característica. De maneira geral, a cada 1 kg

ha<sup>-1</sup> do fertilizante aplicado, alcançou-se 0.023 mm de acréscimo no diâmetro do colmo do milho. Teixeira (2013) observou comportamento semelhante a este quanto as doses. Analisando produção de colmos, o autor notou que quanto maior a dose aplicada na cana-de-açúcar maior foi a eficiência nutricional proporcionada pela fonte organomineral.

**Tabela 3** – Diâmetro de colmo (mm) aos de plantas aos 35 dias após semeadura do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à adubação mineral e ausência de adubação.

Dose %	Fertilizante Organomineral	
	Biossólido	Torta de filtro
mm		
60	<sup>1</sup> 7.6087 *	7.5637 *
80	8.5362 * °	8.9956 * °
100	8.7806 * °	8.6293 * °
120	9.2387 * °	8.3375 * °
140	8.7443 * °	8.5612 * °
Média	8.58175 a	8.41750 a
Mineral	6.8418 °	
Sem adubo	5.5956 *	
CV% = 8.40 ;DMS= 1.3991		
<sup>2</sup> W=0.984; F lev=1.313; F adit= 0.025		

\* e +: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. <sup>2</sup>W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância.



**Figura 1.** Regressão para diâmetro (mm) aos 35 dias após a semeadura em relação às diferentes doses (%) de fertilizantes organominerais.

Em relação ao diâmetro aos 65 dias (Tabela 4) a comparação entre diferentes doses com suas respectivas fontes de fertilizantes não diferenciaram dos tratamentos controles, exceto para o fertilizante organomineral a base de biossólido na maior dose (140%) (168 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Entretanto, Mendes et al (2011) verificaram uma tendência ao aumento

nos valores do diâmetro médio dos colmos a partir da primeira amostragem aos 45 dias após a emergência nos tratamentos em que se aplicou biofósforo em comparação com aqueles sem adubo e somente adubação química.

**Tabela 4** – Diâmetro de plantas (mm) aos 65 dias após sementeira do milho submetido a diferentes doses de fertilizante organomineral em relação à adubação mineral e ausência de adubação

Dose %	Fertilizante Organomineral	
	Biofósforo	Torta de filtro mm
60	<sup>1</sup> 9.8856	9.5981
80	9.8112	10.0450
100	10.3118	10.2000
120	10.0268	9.9700
140	10.48125 *	10.2862
Média	10.10338 a	10.01987 a
Mineral	10.2518 °	
Sem adubo	9.3031 *	

CV% = 5.40 ; DMS= 1.1104; <sup>2</sup>W= 0.995;  
F lev= 1.041; F adit= 0.526

\* e +: diferentes pelo teste de Dunnett a 0.05; médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05. <sup>2</sup>W, F lev, F adit: estatísticas dos testes de Shapiro-wilk, Levene e Tukey para aditividade; respectivamente; valores em negrito indicam, resíduos com distribuição normal, variâncias homogêneas e aditividade, todos a 0,01 de significância

Segundo Guimarães et al. (2009) é possível correlacionar as medidas de crescimento da planta de milho, como altura e diâmetro, com a produção de grãos, pois são fortemente dependentes. Tais dados de crescimento podem ser usados como parâmetros para avaliar respostas dos fertilizantes e obter de forma antecipada informações sobre suas características

## CONCLUSÕES

Os fertilizantes organominerais a base de torta de filtro ou de biofósforo foram mais eficientes em promover crescimento de planta nos primeiros 35 dias após a sementeira.

De maneira geral, a utilização fertilizantes organominerais em doses abaixo do recomendado não são tão eficientes quanto as maiores doses, mas se assemelham aos resultados da adubação convencional, sinalizando que podem ser bons substitutos da adubação exclusivamente mineral.

## REFERÊNCIAS

BENITES, V. N.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In FertBio, 2010, Guarapari, Anais... Guarapari, 2010, 4p.

BORSARI, F. Fertilizantes inteligentes. Revista AgroDBO, n. 45 p. 54-57. 2013. Disponível em: <[http://issuu.com/eriklm/docs/ed\\_agro\\_45\\_968a961f50d9b8](http://issuu.com/eriklm/docs/ed_agro_45_968a961f50d9b8)>. Acesso em 18 de maio de 2015.

GUIMARÃES, G.; LANA, R.P.; SOUZA, M.R.M. Emprego de modelos de saturação cinética na recomendação sustentável de nutrientes no plantio de milho para a agricultura familiar. In: I Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 2009, Anais...Viçosa: UFV, 2009.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Instrução Normativa Nº 25, De 23 De Julho De 2009. Disponível em: <<http://www.laborsolo.com.br/arquivos/normativas/INM25.pdf>>. Acesso em 27 de maio de 2016.

MENDES, P.; RODRIGUES, E.; RODRIGUES FILHO, F. Uso de biofósforo na cultura do milho (*Zea mays* L.): avaliação das propriedades físicas e químicas e sua influência no crescimento da planta. **Cadernos de Agroecologia**, Fortaleza, v. 6, n. 2, 2011.

PEIXOTO, C. M. **O milho no Brasil, sua importância e evolução**. 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/mediacenter/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao>>. Acesso em 28 de maio de 2016.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Ed.) Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5 Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SANTOS, G. A. Formas de adição de micronutrientes a um formulado de PK e seus efeitos sobre o

desenvolvimento do milho. 2013. 79f. Dissertação (Mestrado), Uberlândia, 2013.

SOUSA, R. T. X.; HENRIQUE, H. M.; KORNDÖRFER, G. H. Teste de performance em híbridos de Milho com uso de Geofert em Santana de Vargem - MG. Empresa Geociclo, Minas Gerais. 10p, 2012. Disponível em: <[http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert\\_MILHO.pdf](http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert_MILHO.pdf)> Acesso em: 18 de maio de 2015

TEIXEIRA, W.G. Biodisponibilidade de fósforo e potássio provenientes de fertilizantes mineral e organomineral. 2013 (Dissertação – Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2013.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H. Resposta do milho safrinha a adubação organomineral no município de Maracaju-MS. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, vol. 8, n. Especial, p. 24-31, 2012.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---



## Fosfatase ácida e alcalina em solo sob manejo do sistema integração lavoura pecuária e floresta

Elwira Daphinn Silva Moreira<sup>(1)</sup>; Ivanildo Evódio Marriel<sup>(3)</sup>; Claudinei Alves dos Santos<sup>(1)</sup>; Jaíne Cristine da Costa de Sousa<sup>(4)</sup>; Miguel Marques Gontijo Neto<sup>(3)</sup>; Ângela Maria Quintão Lana<sup>(2)</sup> Christiane Abreu de Oliveira Paiva<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Doutorandos em Zootecnia; Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG; daphinn@yahoo.com. <sup>(2)</sup> Professora/PHD; Universidade Federal de Minas Gerais br <sup>(3)</sup> Doutor/Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, Minas Gerais <sup>(4)</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental; Centro Universitário – UNIFEMM

**RESUMO:** Avaliou-se atividades fosfatases ácida e alcalina em solo de Sete Lagoas, MG, sob condições de uso do solo. O experimento foi instalado em dezembro de 2009 na Embrapa Milho e Sorgo, num Latossolo Vermelho distrófico. Os tratamentos consistiram de áreas com sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) com eucalipto no arranjo (3 x 2) + 15 m em duas épocas de implantação novembro de 2009 e 2011 em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Piatã. Nos três primeiros anos foram plantados o milho nas entrelinhas do eucalipto no espaçamento 0,90 m. Foram plantadas a pastagem Piatã em monocultivo nos anos de 2009 e 2011, além do tratamento mata nativa Cerrado. As amostras de solo foram coletadas a distâncias de 0,5; 1,25; 3,0 e 7,0 m a partir do componente arbóreo e nas profundidades de 0-5 cm e 60-100 cm do solo. Determinou-se a atividade das fosfatases ácida e alcalina. Para fosfatase ácida, não houve diferença entre os sistemas iLPF ( $p > 0,05$ ), enquanto, as profundidades foram significativas. A profundidade superficial mostrou-se superior à profundidade 60-100 cm do solo, independente da época de implantação e da distância em relação ao eucalipto. Pode ser devido ao maior aporte de biomassa microbiana nas camadas superiores do solo, promovendo maior atividade biológica. Na pastagem de 2009, a fosfatase alcalina apresentou 5,213 e 1,940  $\mu\text{mol NPP g MF}^{-1} \text{ h}^{-1}$  nas camadas superficial e mais profunda, respectivamente. Assim, a atividade de fosfatase gera respostas rápidas a mudanças no ambiente, indicando alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo.

**Termos de indexação:** sistemas integrados, fósforo, *Urochloa brizantha* cv. Piatã

### INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é considerado um dos nutrientes mais limitantes à produtividade dos agroecossistemas nos solos tropicais. De acordo com Sayal & De Datta (1991) o P lábil, possui a função de regular o P da solução do solo sendo absorvido pelas plantas, altera em decorrência dos mecanismos físico-químicos e bioquímicos que acontecem no solo, tais como depleção de P pelas raízes das plantas, imobilização e mineralização das frações orgânicas e adsorção e dessorção das frações inorgânicas.

Tiessen et al. (1984) evidenciam que a maioria dos solos apresenta fosfato de cálcio no material de origem, sendo hidrolisado durante o seu desenvolvimento para atender sua solução em P. Este pode fixar-se à superfície dos minerais, precipitar-se com vários cátions, ou ser incorporado na biomassa e na matéria orgânica do solo.

Diferentes sistemas de uso e manejo do solo podem interferir nas formas de P do solo, principalmente as orgânicas (MATOS, et al., 2006), por estarem diretamente relacionadas com a atividade biológica do solo (CONTE et al., 2002). O P orgânico é transformado em P solúvel pela ação das fosfatases, enzimas secretadas pelas raízes das plantas e pelos microrganismos do solo que catalisam a hidrólise de ésteres de fosfatos, liberando fosfato solúvel ( $\text{PO}_4$ ).

Na busca por opções que permitam o incremento na produtividade agrícola conciliando com a conservação e aumento da qualidade do solo tem se destacado o sistema iLPF como opção relevante na recuperação de áreas de produção animal, promovendo atividades microbiológicas do solo.

Stieven et al. (2014) verificaram que as atividades enzimáticas no sistema iLPF se mantiveram mais estáveis entre os períodos seco e chuvoso e ligeiramente superiores aos demais sistemas de

rotação e floresta nativa. O iLPF apresentou impactos positivos na microbiota do solo.

Dessa forma, indicadores de qualidade do solo têm sido empregados e interpretados para inferir sobre a sustentabilidade dos sistemas de uso do solo. A atividade enzimática fornece uma avaliação integrada do estado biológico do solo porque está diretamente relacionada com a comunidade microbiana. Além disso, é de fácil mensuração, e geralmente tem baixo custo, além de apresentar resposta rápida a mudanças no uso e manejo do solo (PEIXOTO et al., 2010), refletindo aspectos do funcionamento do ecossistema.

Neste trabalho avaliou-se a atividade das fosfatases ácida e alcalina em solos tipo Latossolo Vermelho distrófico, em diferentes condições de uso do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi implantado em 2009 na Unidade Demonstrativa do Sistema Integração Lavoura-Pecuária (UD-iLPF) da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, situado na rodovia MG 424 Km 45, Zona Rural do município Sete Lagoas - MG, localizada a 19° 28' S e 45° 15' W e com altitude de 732 m. O clima local é considerado tropical de altitude (tipo Cwa segundo Kopen), com estações do ano bem definidas: inverno seco, de maio a outubro e verão chuvoso, de novembro a abril. O mês mais quente tem temperatura média de 22 °C e o mês mais frio, de 18 °C.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), com relevo suave ondulado e cerrado subcaducifólio, cujas características químicas foram: pH = 5,22; Ca = 2,47 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,24 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,90 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P (Mehlich) = 15,23 mg dm<sup>-3</sup>; K = 41,51 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 2,82 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Cu = 0,58 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 46 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 8,44 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 1,29 mg dm<sup>-3</sup>; V = 22,61%; M.O. = 4,94 g dm<sup>-3</sup>. O componente florestal no sistema foi formado por mudas clonais de um híbrido de eucalipto, GG 100 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*), com 17 meses de idade. O plantio do milho incluir a cultivar foi feito entre as faixas do eucalipto no arranjo (3 x 2) + 15 m, nos três primeiros anos de cultivo.

O *Urocloa brizantha* cv. piatã foi semeado simultaneamente, na linha de plantio do milho e em duas linhas nas entrelinhas da cultura, com espaçamento de aproximadamente 0,23 m.

A adubação de plantio e cobertura consistiu de 350 kg ha<sup>-1</sup> 08-28-16 + Zn e 100 kg/ha de nitrogênio (parcelado em duas aplicações), respectivamente.

O delineamento foi inteiramente ao acaso em parcela subdividida 7x4x2 com sete tipos de cultivo, quatro distâncias em relação ao componente arbóreo até o centro de cada renque: 0,5; 1,25; 3,0 e 7,0 m, na subparcela e as profundidades 0-5 e 60-100 cm nas subsubparcelas com três repetições.

Os tipos de cultivo consistiram de: áreas de sistema de iLPF com eucalipto semeado 2 x 15 m em duas épocas de implantação novembro de 2009 e novembro de 2011 em consórcio com capim-piatã, sendo: (1) iLPF implantado em 2009 com 333 árvores ha<sup>-1</sup> (2) iLPF desde 2009 com 166 árvores ha<sup>-1</sup> (3) iLPF implantado em 2011 com 333 árvores ha<sup>-1</sup> (4) iLPF desde 2011 com 166 árvores ha<sup>-1</sup> (5) pastagem piatã em monocultivo semeada em 2009 (6) pastagem piatã em monocultivo, semeada em 2011 e (7) mata nativa Cerrado.

Os tratos culturais e silviculturais foram realizados conforme recomendações técnicas das culturas envolvidas na integração.

O material dos solos, após secagem ao ar, foi passado em peneira de 2 mm. Determinou-se a atividade das fosfatases ácida e alcalina pelo método Tabatabai e Bremner (1969). Pesaram-se 0,150 g de terra fina seca ao ar (TFSA) em eppendorfs de 2 ml e 3 destes foram controles para cada análise. Adicionaram-se 0,48 mL de solução tampão acetato com pH ajustado a 6,5 com HCl para pH Fosfatase Ácida e pH ajustado a 11 com NaOH para pH Fosfatase Alcalina, e adicionou-se 0,12 mL de substrato p-nitrofenil fosfato) agitaram-se levemente os tubos, e incubou a 37°C por 1 hora.

Ao término da incubação foram adicionados 0,12 mL da solução de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) 0,5 mol L<sup>-1</sup>, agitou-se e posteriormente adicionou 0,48 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 mol L<sup>-1</sup> em todos os tubos. Os eppendorfs foram centrifugados a 8000 rpm por 5 minutos, sendo em seguida feita a leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda correspondente 400 nm. Os resultados foram calculados a partir de uma curva padrão com solução de p-nitrofenol. Os valores foram expressos em mg do produto NPP da reação liberado por grama de solo seco. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias de tipos de cultivo, distância em relação ao eucalipto e profundidades foram comparadas pelo teste Tukey, ( $\alpha \leq 0,05$ ). As análises dos dados foram realizadas pelo software SAS, 2009.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fosfatase ácida, não se verificou efeito significativo dos sistemas iLPF (1 a 4) e distâncias em relação ao eucalipto. No entanto, constatou-se efeito significativo da interação de 2ª ordem entre

sistemas x profundidade x distancia ( $p < 0,05$ ) (**Tabela 1**).

Espera-se que devido os maiores teores de matéria orgânica, P orgânico, P imobilizado na biomassa microbiana e tipo de vegetação nos sistemas integrados apresenta-se maiores valores de atividades enzimáticas, mas faz necessário maior tempo de implantação deste sistema para evidenciar isso.

**Tabela 1** – Fosfatases ácida nas profundidades 0-5 e 60-100 cm coletadas em diferentes distancias em solos sob sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto e *B. brizantha* cv. Piatã, nos anos de 2009 com 333 (1) e 166 árvores ha<sup>-1</sup> (2) e iLPF implantado em 2011 com 333 (3) e 166 árvores ha<sup>-1</sup> (4) na Fazenda Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Prof. (cm)	Distância (m)	Sistemas iLPF			
		1	2	3	4
0 – 5*	0,5	8,55Aa	9,69Aa	8,20Aa	9,34Aa
	1,25	12,65Aa	8,01Aa	9,45Aa	9,04Aa
	3,0	10,99Aa	9,68Aa	10,08Aa	8,89Aa
	7,0	9,37Aa	8,44Aa	8,40Aa	6,74Aa
60 - 100	0,5	6,25Aa	5,08Aa	3,74Aa	4,07Aa
	1,25	3,66Aa	6,72Aa	4,58Aa	3,96Aa
	3,0	4,36Aa	7,52Aa	3,84Aa	6,21Aa
	7,0	3,75Aa	4,15Aa	3,70Aa	3,58Aa

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha, maiúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Médias seguidas por asterisco na coluna diferem entre sistemas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

\* indica superioridade da camada 0-5 em relação à de 60-100 para todos os sistemas iLPF e distâncias.

Nahas (2002) constataram correlação positiva e significativa entre a matéria orgânica do solo e atividade das fosfatases ácida e alcalina. Há um predomínio em maiores valores da fosfatase ácida em relação à alcalina. Corroborando com Rojo et al. (1990) pelo fato de que há predomínio de fosfatase ácida em solos ácidos e a alcalina em solos alcalinos.

Quanto à atividade da fosfatase alcalina, não foram verificadas diferenças significativas entre os

sistemas iLPF diferindo estatisticamente apenas na profundidade do solo. Para esta análise enzimática, os tratamentos para pastagens Piatã em monocultivo semeada em 2009 e 2011 e mata nativa Cerrado não diferem estatisticamente, houve apenas interação entre profundidade e sistemas, conforme **tabela 2**.

**Tabela 2** – Fosfatase alcalina nas profundidades 0-5 e 60-100 cm em solos com pastagem *B. brizantha* cv. Piatã e Cerrado na Fazenda Experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Prof. (cm)	Sistema de cultivo		
	Pastagem 2009	Pastagem 2011	Cerrado
0 – 5	5,213 aA	2,893 aA	3,216 aA
60 – 100	1,940 aB	1,796 aA	2,010 aA

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha, maiúscula na linha, diferem pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ )

Na profundidade de 60-100 cm verificou-se, em valores médios, menor atividade da fosfatase alcalina no solo sob pastagem implantado em 2009 do que na camada superficial (**Tabela 2**). Essa maior atividade pode estar ligada aos fatores que afetam a atividade biológica do solo.

A qualidade e a quantidade dos resíduos vegetais depositados no solo, as condições de uso e a aplicação de calcário e fertilizante influenciam nas atividades enzimáticas (Herbien & Neal, 1990). A vegetação presente na mata e o maior tempo estabelecimento da pastagem podem interferir na atividade das fosfatases na produção dessas enzimas pelas plantas e favorecimento das atividades microbiológicas do solo, e ainda pela deposição de resíduos vegetais, que incrementam a matéria orgânica do solo. Esta além de aumentar a atividade dos microrganismos, resguarda a enzima da decomposição (HARRISON, 1983; FERNANDES et al., 1998).

Em relação ao efeito isolado, da profundidade do solo, foi conferida maiores valores das atividades fosfatases na camada superficial do solo, independentemente da época de implantação e da distância avaliada. Isso se deve a atividade biológica ser altamente concentrada nas camadas mais superficiais do solo. Nesta camada do perfil do solo predomina o componente biológico que consiste principalmente de microrganismos que realizam diversas funções essenciais para o funcionamento do solo (KENNEDY e DORAN, 2002).

## CONCLUSÕES

A camada superficial do solo (0-5 cm) apresentou maiores valores de atividade de fosfatase ácida e alcalina nos solos avaliados.

As condições de uso do solo exercem maiores influência sobre a atividade das fosfatases, entretanto não diferiu estatisticamente entre sistemas iLPF.

A atividade de fosfatases ácida e alcalina proporciona respostas rápidas a mudanças no ambiente, apresentando grande potencial de uso na avaliação da qualidade do solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

CONTE, E.; ANEIGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D.S. Fósforo da biomassa microbiana do solo e atividade de fosfatase ácida após aplicações de fosfato em solo no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, p. 925-930, 2002.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; CURI N., LIMA, J. M. de; GUEDES, G. A. A. Fósforo e atividade de fosfatase em dois solos sob diferentes condições de uso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 7, p.1159-1170, 1998.

HARRISON, A.F. Relationship between intensity of phosphatase activity and physico-chemical properties in woodland soils. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v.15, n.1, p.93-99, Jan. 1983.

HERBIEN, S.A.; NEAL, J.L. Soil pH and phosphatase activity. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.21, n.5/6, p.436-456, 1990.

KENNEDY, A. C.; SMITH, K. L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. In: COLIINS, H. P.; BLEDSOE, C. S.; INGHAM, E. R.; KLUG, M. J.; ROBERTSON, G. P. (Eds). *Plant and Soil*. 1995. v.170, p. 75-86.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; VILLANI, E.M.A.; LEITE, L.F.C.; GALVÃO, J.C.C. Formas de fósforo no solo em sistemas de milho exclusivo e consorciado com feijão sob adubação orgânico e mineral. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.30, p. 625-632, 2006.

NAHAS, E. Microrganismos do solo produtores de fosfatases em diferentes sistemas agrícolas. *Bragantia*, Campinas, v. 61, n. 3, 267-275, 2002.

PEIXOTO, R.S.; CHAER, G.M.; FRANCO, N.; REIS JUNIOR, F.B.; MENDES, I.C. & ROSADO, A.S. A decade of land use contributes to changes in the chemistry, biochemistry and bacterial community structures of soils in the Cerrado. *Antonie van Leeuwenhoek* 98: 403-413, 2010.

ROJO, M.J.; CARCEDO, S.G.; MATEOS, M.P. Distribution and characterization of phosphatase and organic phosphorus in soil fractions. *Soil Biology & Biochemistry*, Oxford, v. 22, n. 2, p. 169-174, 1990.

SAYAL, S.; De DATTA, S. Chemistry of phosphorus transformation in soil. *Advances in Soil Science*, v.16, p.2-120, 1991.

STIEVEN, A. C.; OLIVEIRA, D. A.; SANTOS, J. O.; WRUCK, F. J.; CAMPOS, D. T. da S. Impacts of integrated crop-livestock-forest on microbiological indicators of soil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias ISSN (on line) 1981-0997* v.9, n.1, p.53-58, 2014.

TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B.; COLE, C.V. Pathways of phosphorus transformations in soils of differing pedogenesis. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.48, n.2, p.853-858, Mar./Apr. 1984.



## Índice de vegetação, teor de clorofila e eficiência de uso de nitrogênio por híbridos de milho.

**Emerson Borghi**<sup>(1)</sup>; Luana Rafaela Maciel Wilda<sup>(2)</sup>; Alvaro Vilela de Resende<sup>(1)</sup>; Israel Alexandre Pereira Filho<sup>(1)</sup>; Rafael Augusto Lima Rodrigues<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG, [emerson.borghi@embrapa.br](mailto:emerson.borghi@embrapa.br). <sup>(2)</sup> Técnica administrativa, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais; <sup>(3)</sup> Estudante, Universidade Federal de São João Del Rey Campus Sete Lagoas.

**RESUMO:** A densidade de plantas é uma característica importante na determinação do potencial produtivo no milho. A depender do híbrido, da densidade populacional e do ambiente a planta pode aumentar a eficiência de uso de nutrientes (EUN). Para cultivos de milho, importância particular deve ser dada à EUN de Nitrogênio, vez que este é o nutriente requerido em maior quantidade por esta cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e a eficiência de uso de nitrogênio em híbridos de milho submetidos a diferentes densidades populacionais e doses de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas/MG, no ano agrícola 2014/15. Foram avaliados três híbridos de milho (BRS 1055, BRS 3040 e DKB 390), duas populações (50.000 e 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg de N ha<sup>-1</sup>). Foram avaliados o índice de vegetação por diferença normalizada e do teor de clorofila em diferentes estádios de desenvolvimento da planta, a produtividade de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio. Não houve efeito significativo na interação entre as causas de variação estudadas. A densidade de plantas influenciou no índice de vegetação apenas no estádio V4, e no teor de clorofila somente no estádio V7. Os híbridos influenciaram no índice de vegetação somente no estádio V7 e o teor de clorofila variou entre os híbridos em todas as épocas de avaliação, refletindo na produtividade de grãos. Quanto menor a dose de N em cobertura maior a eficiência de uso do nutriente pelos híbridos. A produtividade de grãos foi influenciada apenas pelos híbridos.

**Termos de indexação:** adubação; nitrogênio; população de plantas.

## INTRODUÇÃO

Existem inúmeros trabalhos de pesquisa conduzidos nas diferentes regiões produtoras de milho no Brasil para identificar e posicionar os híbridos de milho que melhor se adequam a diferentes condições de cultivo, em especial variações na população de plantas e doses de nitrogênio. Normalmente estes resultados estão relacionados a inúmeros fatores que vão desde local de cultivo até o histórico da área e condições edafoclimáticas.

A utilização de indicadores de planta para monitorar o crescimento e a disponibilidade de nitrogênio de forma a auxiliar na decisão sobre a quantidade e época de aplicação deste nutriente se somam às avaliações fitotécnicas, contribuindo no maior entendimento dos fatores relacionados a possíveis alterações na produtividade das culturas. Um indicador ideal deve reproduzir a relação do nível de N no sistema solo-planta, sendo capaz de detectar ou prever tanto a deficiência quanto o excesso de N (ARGENTA et al., 2001).

Para que estes indicadores possam ser obtidos equipamentos são utilizados para leituras de determinadas variáveis instantaneamente. De acordo com Jesus et al. (2014) o emprego de sensores para detecção de índices de vegetação e teores de clorofila têm por finalidade identificar, em tempo real, possíveis alterações em função de variações que possam ocorrer no cultivo ao longo do período de desenvolvimento do milho. De acordo com os autores, os sensores têm capacidade de gerar leituras de clorofila, biomassa e outras variáveis que, quando realizadas em diferentes

estádios de desenvolvimento das plantas, podem estimar indicadores que permitem alta precisão na qualidade das informações, permitindo compreender de maneira mais precisa possíveis variações na produtividade de grãos.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes requeridos em maior quantidade pelo milho, estando diretamente relacionado aos teores de clorofila na folha. De acordo com Lopes et al. (2012) quanto maior o teor de N na folha do milho, maior a síntese de clorofila, sendo variável em decorrência de híbridos e dos ambientes de produção aos quais estas plantas estão sendo semeadas.

Os índices de clorofila nas folhas, obtidos com o sensor SPAD, apresentam alta correlação com o conteúdo de N na folha. Assim, pode ser utilizado para o diagnóstico da necessidade desse nutriente pelo milho (Coelho, 2010).

Para identificar possíveis deficiências de N pode-se utilizar o sensoriamento remoto através do emprego de sensores remotos proximais de reflectância para estimar o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), os quais permitem o acompanhamento e monitoramento do desenvolvimento da cultura em função de diferentes variações ao longo do desenvolvimento da cultura (Jesus et al., 2014).

De forma a avaliar a predição destes indicadores e as relações que possam existir entre diferentes variáveis, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de grãos e a eficiência de uso de nitrogênio por híbridos de milho em diferentes densidades populacionais e doses de nitrogênio em cobertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no ano agrícola 2014/15 na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas/MG, apresentando as coordenadas: 19°26'50" S de latitude e 44°10'13,41" de longitude, e 717 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As unidades experimentais foram constituídas por três híbridos de milho (BRS 1055, BRS 3040 e DKB 390) e duas populações (50.000 e 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>) sendo as subparcelas

compostas por quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg de N ha<sup>-1</sup>). Cada unidade experimental foi constituída por 4 linhas de 6 metros de comprimento espaçadas em 0,70 m, perfazendo uma área total de 16,8 m<sup>2</sup>.

Antes da instalação do experimento (novembro/2014), a área experimental foi submetida à dessecação química utilizando herbicida glyphosate (1,8 kg do i. a. ha<sup>-1</sup>). A semeadura do experimento foi realizada mecanicamente em 20 de novembro de 2014, utilizando semeadora-adubadora para plantio direto.

A adubação mineral de semeadura constou da aplicação de 34,4 kg ha<sup>-1</sup> de N, 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 68,8 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, correspondendo a 430 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 08-28-16, seguindo as recomendações de Alves et al. (1999) para a cultura do milho.

A emergência do milho ocorreu 5 dias após a semeadura, em 29/11/2014. Quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico de 4 folhas desenvolvidas, procedeu-se a aplicação das doses de N, utilizando como fonte a ureia. Para cada subparcela, o fertilizante nitrogenado foi aplicado manualmente à lanço nas entrelinhas do milho, sendo incorporado por lâmina de água fornecida via irrigação por aspersão. As doses nitrogenadas foram calculadas seguindo recomendações de Alves et al. (1999) para atingir o teto de produtividade de 8 toneladas de grãos com classe de resposta alta para este nutriente.

Nos estádios fenológicos de 4, 7 e 10 folhas totalmente desenvolvidas que de acordo com a escala fenológica correspondem a V4, V7 e V10 (Ritchie et al., 1993) foram realizadas avaliações de reflectância (NVDI) utilizando o equipamento Greenseeker®, posicionando o equipamento a uma altura entre 0,8 e 1,0 m acima das plantas e paralelamente à superfície do solo, percorrendo toda a unidade experimental. Nestes mesmos estádios de desenvolvimento e também no florescimento foi estimado o teor de clorofila por meio de leitura utilizando o SPAD (“Soil plant analysis development”, Minolta SPAD 502 Osaka, Japan) na primeira folha desenvolvida a partir do ápice da planta, sendo que a avaliação no florescimento a leitura foi efetuada na folha da base da espiga.

Realizou-se a colheita das duas linhas centrais de cada subparcela, sendo as espigas coletadas e após debulha os grãos foram pesados para determinação da produtividade, sendo os valores corrigidos a 13% de umidade. A eficiência de uso de nitrogênio foi calculada pela relação entre a produtividade de grãos obtida em função da dose de N aplicada.

Os resultados obtidos foram submetidos à

análise de variância, sendo as médias de sistema de cultivo comparadas pelo Teste de Tukey a 5%, e para doses de nitrogênio e as interações realizou-se análise de regressão utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** encontram-se os valores de F referente as leituras de NDVI em função dos híbridos, população de plantas e doses de N nos estádios fenológicos do milho avaliados. Na primeira avaliação, realizada aos 27 dias após a emergência (correspondendo ao estágio fenológico V4), as leituras de NDVI foram influenciadas somente pela densidade de plantas, sendo a população de 70.000 plantas por hectare significativamente superior à população de 50.000 plantas com hectare, com leituras de 0,76 e 0,73 respectivamente. Este resultado já era esperado uma vez que na maior densidade de plantas o índice de vegetação tende a ser maior. Porém, nas demais avaliações, este efeito da população de plantas não se pronunciou nas leituras de NDVI.

**Tabela 1:** Valores de F e níveis de significância referentes às avaliações do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) em diferentes estádios fenológicos do milho, em função de híbridos, populações de plantas e doses de N em cobertura. Sete Lagoas-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	NDVI		
	V4	V7	V10
Híbrido (H)	0,68 <sup>ns</sup>	3,18 <sup>*</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	24,45 <sup>**</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Dose de N (N)	2,06 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>
H x D	0,52 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
H x N	1,40 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>
D x N	1,81 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>
H x D x N	0,34 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>	1,48 <sup>ns</sup>
CV (%)	2,65	3,20	3,00

\* e \*\* são significativos a 5 e 1%, respectivamente (p<0,05)

Na avaliação realizada aos 42 dias após a emergência (**Tabela 1**), correspondendo ao estágio de desenvolvimento V7 do milho, o híbrido influenciou significativamente nos valores do NDVI. Nesta época, o híbrido BRS 1055 apresentou o maior valor de NDVI (0,78), embora o híbrido BRS 3040 seja estatisticamente semelhante (0,77). A menor leitura de NDVI foi obtida no híbrido DKB 390 (0,76).

Aos 51 dias após a emergência, correspondendo a 10 folhas totalmente desenvolvidas não houve diferenças significativas entre os fatores avaliados, tampouco entre as interações (**Tabela 1**).

Os teores de clorofila por meio da leitura com o SPAD estão apresentados na **tabela 2**. Na avaliação efetuada aos 14 dias após a emergência constatou-se que o teor de clorofila foi influenciado somente pelos híbridos, não diferindo estatisticamente para as variáveis população de plantas e doses de N em cobertura. O híbrido BRS 3040 apresentou o maior teor de clorofila (48,17) e o híbrido DKB 390 o menor (45,55).

Tal resultado já era esperado uma vez que, nesta avaliação, o milho ainda encontra-se em estágio de desenvolvimento em que o número de folhas ainda não sofre competição por variações como o aumento na densidade, por exemplo. Além disso, nesta época, não foi efetuada a adubação nitrogenada em cobertura, assim, efeitos referentes a esta causa de variação não seriam constatados.

Estas diferenças significativas no teor de clorofila entre os híbridos permaneceram na segunda avaliação, efetuada aos 42 dias após a emergência, correspondendo ao estágio de desenvolvimento V7 do milho (**Tabela 2**). Assim como na avaliação anterior, o híbrido BRS 3040 apresentou o maior teor de clorofila (54,90), porém, nesta avaliação, o híbrido BRS 1055 apresentou o menor (49,90).

Aos 52 dias após a emergência, correspondendo a 10 folhas totalmente desenvolvidas todos os fatores avaliados influenciaram nos teores de clorofila (**Tabela 2**). Com relação aos híbridos, BRS 3040 apresentou teor estatisticamente superior (51,29) e o híbrido DKB 390 o menor (48,83). Com relação a população de plantas, a densidade de 50.000 plantas por hectare apresentou teor de clorofila estatisticamente superior comparado à densidade de 70.000 plantas por hectare (50,98 e 49,06, respectivamente). O aumento da dose de N em cobertura proporcionou aumento linear no teor de clorofila nesta época de avaliação (**Gráfico 1**).

Esta diferença significativa no teor de clorofila entre os fatores permaneceu até o florescimento,



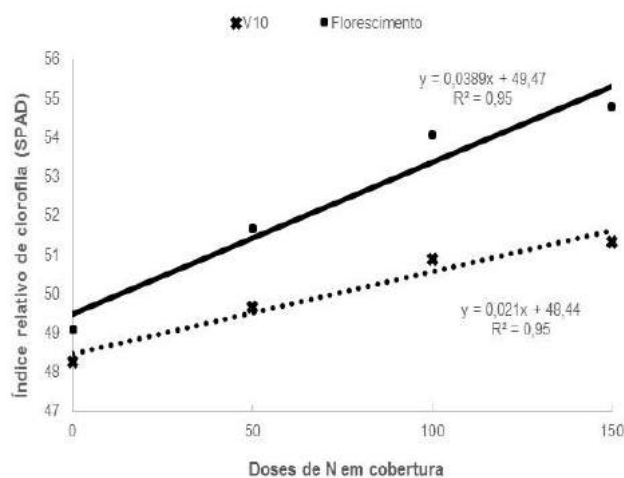
com exceção da densidade de plantas (**Tabela 2**). Neste estágio de desenvolvimento, o híbrido DKB 390, que nas avaliações anteriores apresentava o menor teor de clorofila, foi semelhante estatisticamente ao híbrido BRS 3040 (53,51 e 53,11 respectivamente), ambos estatisticamente superiores ao híbrido BRS 1055 (50,54). Assim como na avaliação anterior, o teor de clorofila foi significativamente influenciado pelas doses de N em cobertura, apresentando aumento linear com o incremento das doses (**Gráfico 1**).

Ressalta-se que, embora constatadas diferenças significativas entre os tratamentos para o teor de clorofila ao longo dos períodos de avaliação, as interações entre os fatores não proporcionaram diferenças significativas nos estádios de desenvolvimento avaliados, demonstrando não haver correlações entre estas variáveis para o estudo em questão. Embora trabalhos conduzidos em determinadas regiões apresentem resultados diferentes aos encontrados neste trabalho, pode-se inferir que o teor de clorofila é determinado por fatores isolados, não havendo relação entre os mesmos.

**Tabela 2:** Valores de F e níveis de significância referentes por meio de leitura utilizando o SPAD em diferentes estádios fenológicos do milho, em função de híbridos, populações de plantas e doses de N em cobertura. Sete Lagoas-MG, ano agrícola 2014/15.

Tratamentos	SPAD			
	V4	V7	V10	Floresc.
Híbrido (H)	8,24**	3,88*	5,07**	5,03**
Densidade (D)	0,06 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	9,12**	2,39 <sup>ns</sup>
Dose de N (N)	0,46 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	4,81**	9,59**
H x D	0,61 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
H x N	0,38 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>
D x N	1,54 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>
H x D x N	1,96 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>
CV	4,78	12,96	5,36	6,72

\* e \*\* são significativos a 5 e 1%, respectivamente (p<0,05)



**Figura 1:** Teores de clorofila nas folhas de milho obtidas por meio de leitura utilizando o SPAD na avaliação realizada no florescimento (87 dias após a emergência).

Na **tabela 3** constam os valores de F e níveis de significância para as variáveis produtividade de grãos de milho e eficiência de uso de nitrogênio (EUN). A produtividade de grãos foi influenciada somente pelos híbridos na seguinte ordem: DKB 390 (9759 kg ha<sup>-1</sup>), BRS 1055 (8883 kg ha<sup>-1</sup>) e BRS 3040 (7951 kg ha<sup>-1</sup>). Mesmo com maiores valores de SPAD superiores nas avaliações realizadas ao longo do desenvolvimento do milho, o híbrido BRS 3040 foi estatisticamente inferior aos demais híbridos na produtividade de grãos. Além disso, as densidades de plantas e as doses de N em cobertura não influenciaram significativamente na produtividade (**Tabela 3**).

**Tabela 3:** Valores de F e níveis de significância referentes a produtividade de grãos de milho e eficiência de uso de nitrogênio (EUN) em função de híbridos, populações de plantas e doses de N em cobertura. Sete Lagoas-MG, ano agrícola 2014/15.

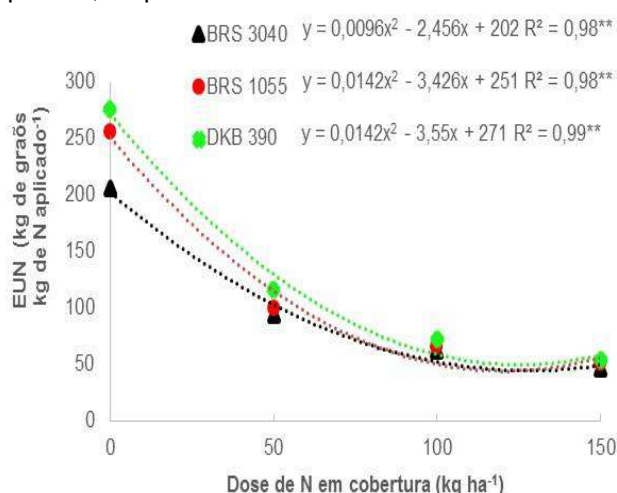
Tratamentos	Produtividade	EUN
	kg ha <sup>-1</sup>	kg grãos kg N <sup>-1</sup>
Híbrido (H)	12,53**	9,81**
Densidade (D)	2,14 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>
Dose de N (N)	1,78 <sup>ns</sup>	291,65**
H x D	1,21 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>
H x N	0,45 <sup>ns</sup>	3,01**
D x N	1,17 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
H x D x N	0,70 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
CV	14,11	18,94

\* e \*\* são significativos a 5 e 1%, respectivamente (p<0,05)



Para a EUN, que representa a produtividade de grãos em decorrência da quantidade de nitrogênio aplicada, constatou-se que esta variável foi influenciada estatisticamente pelos híbridos e doses de N em cobertura (**Tabela 3**). Os híbridos DKB 390 e BRS 1055 obtiveram valores de EUN estatisticamente superiores ao híbrido BRS 3040 (respectivamente 130, 118 e 102 kg de grãos kg de N aplicado<sup>-1</sup>) demonstrando que o maior teor de clorofila deste último híbrido ao longo das épocas de avaliação não resultou em incremento na produtividade de grãos.

Na interação híbridos e doses de N em cobertura (**Figura 2**) verificou-se que o aumento das doses de N em cobertura proporcionou reduções na EUN nos 3 híbridos avaliados, todos com respostas quadráticas aos aumentos das quantidades de N. Para o híbrido BRS 3040 o maior valor de EUN foi obtido com 128 kg de grãos por kg de N aplicado; já para os híbridos BRS 1055 e DKB 390 os valores foram de 121 e 125 kg de grãos por kg de N aplicado, respectivamente.



**Figura 2:** EUN por híbridos de milho em função da dose de N aplicada em cobertura.

## CONCLUSÕES

Há relação indireta entre produtividade de grãos e teor de clorofila sendo variável em função dos híbridos avaliados.

Quanto menor a dose de N em cobertura maior a eficiência de uso do nutriente pelos híbridos.

A produtividade de grãos pelos híbridos não foi influenciada pelo aumento da população e pelas doses crescentes de nitrogênio em cobertura.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do

estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001.

COELHO, A. M. **Uso de Sensores no Diagnóstico da Necessidade da Adubação Nitrogenada na Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 5 p. (Comunicado Técnico 181).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência Agrotecnológica*, Lavras, v. 35, n. 6., p. 1039-1042, 2011.

JESUS, M. H.; BREDEMEIER, C.; VIAN, A. L.; ALMEIDA, D.; SILVA, J. A. Variação do índice de vegetação por diferença normalizada em milho em função do potencial produtivo e densidade de plantas. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 2014, São Pedro, **Resumos...**São Pedro: SBEA, 2014. CD-ROM.

LOPES, E. C. P.; MORAES, A.; SANDINI, I. E.; KAMINSKI, T. H.; BASI, S.; PACENTCHUK, F. Relação da leitura do clorofilômetro com teores de nitrogênio na folha de milho em sistema de integração lavoura-pecuária. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29., 2012. **Anais...**Aguas de Lindoia: ABMS, 2012. CD-ROM

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant development. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26 p. (Special Report, 48).



# XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na cultura do milho

Marina Freitas e Silva<sup>(1)</sup>; Thays Vieira Bueno<sup>(2)</sup>; Gilmar Dantas da Silva<sup>(3)</sup>; Luciana Santos Araújo<sup>(1)</sup>; Wender Santos Rezende<sup>(4)</sup>; Ricardo Camara Werlang<sup>(5)</sup>; Césio Humberto de Brito<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; marinafreitas.agro@hotmail.com; <sup>(2)</sup>Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa; <sup>(3)</sup>Pesquisador, Syngenta Brasil; <sup>(4)</sup>Doutorando em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa; <sup>(5)</sup>Pesquisador; <sup>(6)</sup>Docente, Universidade Federal de Uberlândia.

**RESUMO:** A cultura do milho apresenta alta demanda de nitrogênio (N), que é suprida principalmente por fertilizantes nitrogenados. Uma forma alternativa de fornecimento é a fixação biológica de nitrogênio, realizada no milho principalmente por bactérias do gênero *Azospirillum*. Este trabalho teve com objetivo avaliar o uso de *Azospirillum brasilense*, com diferentes números de aplicação, e doses de fertilizante nitrogenado na cultura do milho, em condições de campo. Foram conduzidos dois experimentos em Uberlândia – MG, um com adubação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e outro com 180 kg ha<sup>-1</sup> de N. Os tratamentos foram (1) testemunha (sem aplicação de *A. brasilense*); (2) uma aplicação de *A. brasilense* via tratamento de sementes; e (3) duas aplicações de *A. brasilense*, via tratamento de sementes e pulverização no estádio V<sub>4</sub>. As estirpes aplicadas foram Ab-V5 e Ab-V6 da espécie *A. brasilense*. Avaliaram-se densidade de plantas, porcentagem de plantas acamadas, altura de espiga e produtividade de grãos. Durante parte do período do experimento foi observado um severo déficit hídrico, além de altas temperaturas. Em ambos os experimentos não foram verificadas diferenças quanto à densidade de plantas, porcentagem de plantas acamadas e produtividade. No experimento com aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, a inoculação com *A. brasilense*, com uma ou duas aplicações, proporcionou maior altura de inserção de espiga. Conclui-se que *A. brasilense* pode incrementar o desenvolvimento vegetativo de plantas de milho. Porém, em condições de deficiência hídrica e altas temperaturas sua atividade é comprometida, não sendo eficiente em incrementar a produtividade da cultura.

**Termos de indexação:** *Zea mays* L.; nutrição; fixação biológica de nitrogênio.

O nitrogênio (N) é um nutriente essencial e um dos mais demandados pela cultura do milho. Esse elemento desempenha diversas funções vitais nas plantas. Por exemplo, é ativador enzimático e faz parte da estrutura de proteínas e DNA. Para cada tonelada de grãos de milho produzida, estima-se que é necessário cerca de 20 kg de nitrogênio (Faria, 2014).

O fornecimento de nitrogênio na cultura do milho é feito principalmente a partir de fertilizantes minerais nitrogenados, que apresentam alto custo e normalmente perdas por volatilização ou lixiviação (Lara Cabezas & Souza, 2008; Morais, 2012).

Uma das alternativas para reduzir a dependência dos fertilizantes nitrogenados é o uso da fixação biológica de nitrogênio. A fixação é realizada por bactérias diazotróficas, que possuem o complexo enzimático da nitrogenase, responsável pela conversão do nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) em amônia (NH<sub>3</sub>) (Hungria, 2011).

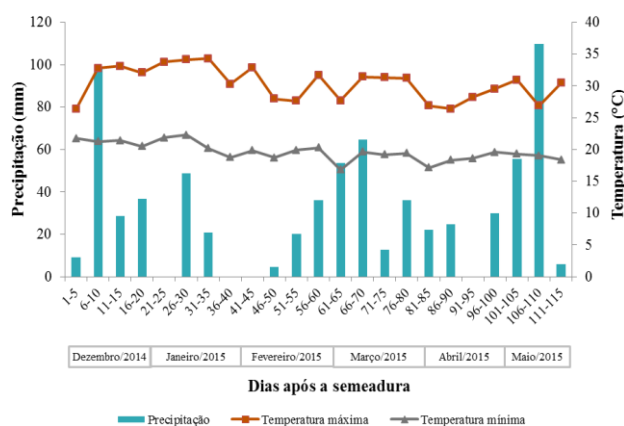
Na cultura do milho, muitos estudos têm demonstrado a eficiência de bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* em aumentar a produtividade e outros caracteres agrônômicos (Reis Junior et al., 2008; Morais, 2012; Ferreira et al., 2013; Araújo et al., 2014). As bactérias desse gênero também são consideradas promotoras do crescimento vegetal, pois produzem diversas substâncias benéficas à planta, como auxinas e giberelinas, que, por sua vez, promovem diversas respostas fisiológicas, como estímulo ao crescimento radicular (Hungria, 2011; Dartora et al., 2013).

Visto isso, este trabalho teve com objetivo avaliar o uso de *Azospirillum brasilense*, com diferentes números de aplicação, e doses de fertilizante nitrogenado na cultura do milho, em condições de campo.

### MATERIAL E MÉTODOS

### INTRODUÇÃO

Foram realizados dois experimentos em campo no ano agrícola 2014/2015, com diferentes doses de fertilizante nitrogenado. No Experimento 1, a adubação nitrogenada foi de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, e no Experimento 2 foi de 180 kg ha<sup>-1</sup>. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Horizonte (18°55'08" S, 48°03'45" O, a 850 m de altitude), em Uberlândia – MG. Os valores de precipitação pluviométrica e temperatura máxima e mínima durante os experimentos estão apresentados na **Figura 1**.



**Figura 1** – Precipitação pluviométrica e temperaturas máxima e mínima durante o período de condução dos experimentos (05/12/2014 a 23/05/2015) em Uberlândia – MG. Fonte: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Uberlândia.

Os experimentos diferiram apenas quanto à adubação nitrogenada. Ou seja, os tratamentos, o delineamento, a condução e as avaliações foram idênticos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos e 12 repetições por experimento. Os tratamentos foram: (1) testemunha, sem aplicação de *A. brasilense*; (2) uma aplicação de *A. brasilense*, via tratamento de sementes (TS); (3) duas aplicações de *A. brasilense*, sendo a primeira via tratamento de sementes e a segunda pulverização no estágio vegetativo V<sub>4</sub> (TS + V<sub>4</sub>).

Para compor os tratamentos com *A. brasilense*, utilizou-se inoculante contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6, com concentração mínima de 2x10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup>. A dose de inoculante utilizada no tratamento de sementes foi de 100 mL 100 kg<sup>-1</sup> de sementes. As sementes também foram tratadas com o inseticida thiamethoxam (42 g i.a. por 60000 sementes). No tratamento 3 (TS + V<sub>4</sub>), pulverizou-se no estágio V<sub>4</sub> do milho o mesmo inoculante, na dose de 300 mL ha<sup>-1</sup>.

As parcelas experimentais foram constituídas por seis linhas de 4,2 m, espaçadas por 0,6 m, sendo as quatro linhas centrais consideradas como parcela útil. Portanto, totalizaram-se 10,08 m<sup>2</sup> de área útil em cada parcela.

Foi utilizado o híbrido de milho DKB 290 VT PRO 3, e o manejo cultural buscou a expressão do seu potencial produtivo. A semeadura foi realizada em 05 de dezembro de 2014.

Em ambos os experimentos foram aplicados, em semeadura, 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Em cobertura, foram aplicados 110 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. No Experimento 1, a adubação nitrogenada foi dividida em 60 kg ha<sup>-1</sup> de N em semeadura e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, totalizando 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. No Experimento 2, a adubação nitrogenada foi dividida em 60 kg ha<sup>-1</sup> de N em semeadura e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, totalizando 180 kg ha<sup>-1</sup> de N. O fertilizante nitrogenado utilizado em todas as aplicações foi a ureia. Na adubação de cobertura os fertilizantes foram incorporados ao solo.

Foram avaliadas as seguintes características: densidade de plantas, porcentagem de plantas acamadas, altura de espiga e produtividade de grãos.

A densidade de plantas foi avaliada contando-se todas as plantas da parcela útil e extrapolando-se para número de plantas por hectare.

O número de plantas acamadas foi avaliado contando-se o número de plantas tombadas ou com o colmo quebrado abaixo da espiga. Posteriormente, calculou-se a porcentagem que as plantas acamadas representavam na parcela útil.

Para a avaliação da altura de espiga, determinou-se com régua graduada a altura do solo até a inserção da espiga principal de cinco plantas representativas da parcela.

A produtividade foi obtida a partir dos valores de pesos das parcelas, transformados para kg ha<sup>-1</sup>, com umidade corrigida para 13%.

Os dados de cada experimento foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 0,05 de significância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade de plantas foi igual para todos os tratamentos, em ambos os experimentos (**Tabela 1**). Sabe-se que o rendimento de grãos da cultura do milho é altamente influenciado pelo número de plantas por área (Sangoi et al., 2005). Por isso, é fundamental que, em geral, nos experimentos não haja diferenças em relação à densidade de plantas, para que não haja favorecimento de determinados tratamentos.



Não houve diferenças quanto à porcentagem de plantas acamadas em ambos os experimentos. No entanto, essa porcentagem foi muito pequena em todos os tratamentos, o que dificulta conclusões a respeito dessa característica.

No Experimento 1 a aplicação de *A. brasilense* promoveu aumento na altura da inserção da espiga (**Tabela 2**). Devido à capacidade das bactérias do gênero *Azospirillum* em fixar o nitrogênio atmosférico, pode ter havido maior disponibilidade desse nutriente para as plantas com a inoculação. Plantas de milho, com maior suprimento de nitrogênio apresentam maior desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, maior altura de planta e altura de espiga (Soratto et al., 2010). Além disso, a produção de fitormônios por *A. brasilense*, como auxinas, também pode ter contribuído para o aumento da altura da espiga nas plantas inoculadas.

**Tabela 1** – Densidade de plantas e porcentagem de plantas acamadas em função da aplicação de *A. brasilense* e de doses de nitrogênio na cultura do milho<sup>1</sup>.

Tratamentos	Densidade de plantas (mil plantas ha <sup>-1</sup> )	Plantas acamadas (%)
<i>Experimento 1 (120 kg ha<sup>-1</sup> de N)</i>		
Testemunha	62,00 a	2,60 a
<i>A. brasilense</i> (TS)	60,83 a	0,94 a
<i>A. brasilense</i> (TS + V <sub>4</sub> )	60,58 a	2,65 a
CV (%)	7,03	165,81
<i>Experimento 2 (180 kg ha<sup>-1</sup> de N)</i>		
Testemunha	61,58 a	2,67 a
<i>A. brasilense</i> (TS)	61,67 a	2,88 a
<i>A. brasilense</i> (TS + V <sub>4</sub> )	61,25 a	3,21 a
CV (%)	5,27	116,75

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

**Tabela 2** – Altura de inserção de espiga e produtividade de grãos da cultura milho em função da aplicação de *A. brasilense* e de doses de nitrogênio<sup>1</sup>.

Tratamentos	Altura de espiga (m)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
<i>Experimento 1 (120 kg ha<sup>-1</sup> de N)</i>		
Testemunha	0,89 b	9870,20 a
<i>A. brasilense</i> (TS)	0,93 a	10121,80 a
<i>A. brasilense</i> (TS + V <sub>4</sub> )	0,94 a	9940,00 a
CV (%)	4,02	10,24
<i>Experimento 2 (180 kg ha<sup>-1</sup> de N)</i>		
Testemunha	0,91 a	9840,40 a

<i>A. brasilense</i> (TS)	0,92 a	9831,30 a
<i>A. brasilense</i> (TS + V <sub>4</sub> )	0,94 a	9593,30 a
CV (%)	4,38	7,37

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

No Experimento 2 não foi verificada diferenças em relação à altura da espiga. Porém, o suprimento mineral de nitrogênio foi maior, possivelmente sendo suficiente para o pleno crescimento das plantas.

A aplicação de *A. brasilense* não influenciou a produtividade de grãos, em ambos os experimentos. Em contrapartida, muitos trabalhos têm mostrado a eficiência da inoculação com bactérias desse gênero em promover incrementos de produtividade, mesmo na presença de altas doses de nitrogênio (Morais, 2012; Sá Júnior, 2012; Araújo et al., 2014; Müller et al., 2015).

Contudo, variações no ambiente, no solo, nas plantas e nos componentes da microbiota podem justificar o fato de alguns experimentos não apresentarem eficiência de *A. brasilense* (Dobbelaere et al., 2001; Diaz-Zorita, 2012; Morais, 2012). Durante o período de condução do experimento foi registrado déficit hídrico severo no município de Uberlândia, inclusive no local onde o experimento foi instalado. Entre os estádios V<sub>6</sub> e V<sub>13</sub> foram registrados na Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia apenas 25,6 mm de chuva. Esse déficit pode ser evidenciado pelos sintomas apresentados nas plantas durante a condução do experimento (**Figura 2**).



**Figura 2** – Área do experimento, com plantas de milho apresentando sintomas de déficit hídrico.

Além da reduzida disponibilidade de água durante grande parte do ciclo da cultura, foram verificadas elevadas temperaturas máximas do ar em Uberlândia – MG. No solo, onde se localizam as bactérias inoculadas, em muitas situações, a temperatura pode ficar mais de 5 °C acima da temperatura do ar, podendo atingir mais de 45 °C (Bortoluzzi & Eitz, 2000; Silva et al., 2006; Coelho et

al., 2013). Além das altas temperaturas do ar, a conformação das folhas durante o estresse hídrico permitiu maior insolação no solo, o que também pode ter provocado elevação da temperatura do solo.

Essas condições ambientais possivelmente comprometeram a atividade do *A. brasilense*. Essas bactérias são sensíveis a altas temperaturas, principalmente acima de 35 °C, e a deficiência hídrica (Hungria, 2011).

É importante ressaltar que o déficit hídrico e as temperaturas máximas não foram severos nas primeiras semanas do ciclo da cultura. Logo, pode ter havido um período propício para a atividade do *A. brasilense* durante o desenvolvimento vegetativo, explicando assim a contribuição para o aumento da altura de inserção da espiga no Experimento 1, cujo suprimento de fertilizante nitrogenado foi menor que no Experimento 2.

### CONCLUSÕES

Em condições de déficit hídrico e de altas temperaturas do solo a inoculação de plantas de milho com *A. brasilense* não se mostrou eficiente para incrementar a produtividade. Em condições de baixo suprimento de fertilizantes nitrogenados, a inoculação com *A. brasilense* pode contribuir para o maior desenvolvimento vegetativo das plantas.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Syngenta pelo apoio financeiro e estrutural.

### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. M.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. V. B. Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasilense* e níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.9, p.1556-1560, 2014.

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. P. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.449-457, 2000.

COELHO, M.E.H.; FREITAS, F.C.L.; CUNHA, J.L.X.L.; SILVA, K.S.; GRANGEIRO, L.C.; OLIVEIRA, J.B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.2, p.369-378, 2013.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de**

**Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013.

DÍAZ-ZORITA, M. Avaliação da produção de milho (*Zea mays* L.) inoculado com *Azospirillum brasilense* na Argentina. In: PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; DUARTE, A.P.; TSUNECHIRO, A. (Org.). **Diversidade e inovações na cadeira produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2012. p.529-536.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALES, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J. F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Austrália, v.28, p.871-879, 2001.

FARIA, M. V. **Proteção e nutrição foliar na produção de massa seca, acúmulo, extração e exportação de macro e micronutrientes em híbridos de milho**. 2014. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

FERREIRA, A. S.; PIRES, R. R.; RABELO, P. G.; OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H. Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutrient addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.72, p.103-108, 2013.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. (Documentos, 325).

LARA CABEZAS, W.A.R.L.; SOUZA, M.A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2331-2342, 2008.

MORAIS, T.P. **Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho**. 2012. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

MÜLLER, T.M.; SANDINI, I.E.; RODRIGUES, J.D.; NOVAKOWISKI, J.H.; BASI, S.; KAMINSKI, T.H. Combination of inoculation methods of *Azospirillum brasilense* with broadcasting of nitrogen fertilizer increases corn yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, ahead of print, 2015.

REIS JUNIOR, F.B.; MACHADO, C.T.T.; MACHADO, A.T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1139-1146, 2008.

SÁ JÚNIOR, A. **Comportamento agrônomo do milho**

**em resposta ao modo de aplicação e concentração de *Azospirillum brasilense*.** 2012. 41f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; GRACIETTI, M.A.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHIMITT, A.; BIANCHET, P. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.1, p. 25-31, 2005.

SILVA, V.R.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.3, p.391-399, 2006.

SORATTO, R.P.; PEREIRA, M.; COSTA, T.A.M.; LAMPERT, V.N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.4, p.511-518, 2010.



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**

**“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”**

---



## **Macronutrientes primários acumulados, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.**

**Elaine Cristina Teixeira<sup>(1)</sup>; Iran Dias Borges<sup>(2)</sup>; Lorena Martins Brandão<sup>(3)</sup>; Antônio Augusto Nogueira Franco<sup>(4)</sup>; Marcos Koiti Kondo<sup>(5)</sup>; Pedro Augusto Silva Fernandes<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Professora; Instituto Federal Baiano; Guanambi, Bahia; laineteixeira@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(3)</sup> Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(4)</sup> Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros Professor; <sup>(5)</sup> Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; <sup>(6)</sup> Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei.

**RESUMO:** O experimento foi conduzido na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 610 objetivando determinar o acúmulo de macronutrientes primários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de Scott-Knott (5%) com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. De maneira geral o acúmulo máximo de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro tanto na safra como na rebrota é obtido até o final do ciclo. Os acúmulos dos macronutrientes primários N e P na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da etapa de crescimento 2 (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores. O acúmulo de potássio na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final da EC1 (estádio 3), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

**Termos de indexação:** Fertilização, marcha de absorção, *Sorghum bicolor* L.

## INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta rústica que se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Logo, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de

completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação especiais.

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de macronutrientes primários no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 610 em duas épocas: safra e rebrota.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha<sup>-1</sup> que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida

foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5%) com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral o acúmulo máximo de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro tanto na safra como na rebrota é obtido até o final do ciclo.

O acúmulo de nitrogênio na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início do EC2 (diferenciação do primórdio floral), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

Num estudo de extração média de nutrientes pela cultura do sorgo em diferentes níveis de produtividade, Pitta et al., (2001) verificaram que a maior exigência do sorgo refere-se ao N e K.

Borges et al., (2009) estudando plantas de milho observaram que os híbridos tiveram pequena acumulação de N nos estádios iniciais com incremento ocorrendo aos 44 dias.

**Tabela 1** – Valores para acúmulo de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	1.6 Ea	2.6 Da	2.1 E
2	10.4 Ea	27.6 Da	19.0 E
3	22.7 Ea	42.8 Ca	32.7 E
4	64.7 Da	51.4 Ca	58.0 D
5	136.0 Ca	73.5 Cb	104.8 C
6	224.0 Ba	95.3 Bb	159.7 B
7	243.7 Ba	118.1 Bb	180.9 B

8	286.4 Aa	128.3 Bb	207.4 A
9	288.9 Aa	155.3 Ab	222.1 A
Média	142.0 a	77.2 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de fósforo na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da EC2 (diferenciação do primórdio floral), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

**Tabela 2** – Valores para acúmulo de P ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	0.2 Ea	0.3 Da	0.3 F
2	1.8 Ea	2.9 Da	2.4 F
3	3.2 Ea	5.6 Ca	4.4 F
4	8.0 Da	6.1 Ca	7.1 E
5	16.2 Ca	8.2 Cb	12.2 D
6	24.2 Ba	10.6 Cb	17.4 C
7	28.9 Ba	15.1 Bb	22.0 B
8	29.1 Ba	16.6 Bb	22.8 B
9	48.7 Aa	30.3 Ab	39.5 A
Média	17.8 a	10.6 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de potássio na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final do EC1 (estádio 3), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.

**Tabela 3** – Valores para acúmulo de K ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	1.4 Ea	1.7 Da	1.5 F
2	8.7 Ea	19.4 Da	14.1 F
3	27.3 Ea	32.3 Ca	29.8 E
4	92.7 Da	38.6 Cb	65.7 D
5	199.5 Ca	52.4 Cb	125.9 C

6	218.9 Ca	70.9 Bb	144.9 C
7	264.0 Ba	86.9 Bb	175.4 B
8	283.2 Ba	105.0 Ab	194.1 B
9	331.1 Aa	115.6 Ab	223.4 A
Média	158.5 a	58.1 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

De maneira geral, a altura das plantas de sorgo forrageiro na safra é menor que na rebrota da safra até o início da EC2 (diferenciação do primórdio floral), isso ocorre porque o arranque inicial das plantas de sorgo na rebrota é maior em função do já estabelecimento das raízes (**Tabela 4**). A partir daí, a altura das plantas na safra é sempre maior que na rebrota até o final do ciclo das plantas, porém, sem diferença significativa.

As plantas crescem até o início da EC3 (Florescimento) (**Tabela 4**).

Andrade Neto et al., (2010) estudando o sorgo forrageiro BRS 601 sob adubação verde concluíram que a partir dos 80 Dias Após a Semeadura (DAS), a altura do sorgo se estabilizou.

Formiga et al., (2012) observou um lento crescimento inicial do sorgo até os 43 DAS.

**Tabela 4 –** Altura (cm) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	17.1 Fa	18.2 Ga	17.6 G
2	28.4 Fb	47.6 Fa	38.0 F
3	43.7 Eb	76.5 Ea	60.1 E
4	73.1 Db	96.4 Da	84.7 D
5	115.7 Ca	116.2 Ca	115.9 C
6	186.2 Ba	135.9 Bb	161.0 B
7	219.5 Aa	159.3 Ab	189.4 A
8	223.2 Aa	166.7 Ab	194.9 A
9	222.6 Aa	168.6 Ab	195.6 A
Média	125.5 a	109.5 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Matéria Seca nas plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da EC2 (Diferenciação do primórdio floral), a partir daí, o acúmulo é sempre

maior na safra que na rebrota (**Tabela 5**).

O acúmulo de matéria seca nas plantas de sorgo é crescente até o final do ciclo.

Borges et al., (2009) observaram que o acúmulo de matéria seca no colmo é muito baixo nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura do milho.

**Tabela 5 –** Matéria Seca (Kg ha<sup>-1</sup>) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	Safra	Rebrota	Média
1	35.1 Ga	69.4 Da	52.2 G
2	200.3 Ga	705.4 Da	452.8 G
3	723.5 Ga	1137.6 Da	930.6 G
4	2333.7 Fa	1387.9 Da	1860.8 F
5	5402.9 Ea	1881.3 Cb	3642.1 E
6	9724.6 Da	2848.8 Cb	6286.7 D
7	12722.2 Ca	4730.2 Bb	8726.2 C
8	15365.7 Ba	5869.7 Bb	10617.7 B
9	18282.9 Aa	7635.7 Ab	12959.3 A
Média	7199.0 a	2918.4 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

## CONCLUSÕES

De maneira geral o acúmulo máximo de macronutrientes primários em plantas de sorgo forrageiro tanto na safra como na rebrota é obtido até o final do ciclo.

Os acúmulos dos macronutrientes primários N e P na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores.

O acúmulo de potássio na parte aérea das plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final do EC1 (estádio 3), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra do que na rebrota.



## AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.  
Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.

BORGES, I. D.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. A. R. Acúmulo de micronutrientes em híbridos de milho em diferentes estádios de desenvolvimento. Ciência e Agrotecnologia. v. 33, n. 4. Lavras, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FORMIGA, M. S.; FERREIRA, A. C.; TRAVASSOS, K. D.; BARACUHY, J. G. V.; LIMA, V. L. A.; DANTAS, J. P. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero sacarino. Revista Educação Agrícola Superior, Campina Grande, v. 27, n. 1, p. 3-12, 2012..

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.

## Macronutrientes secundários acumulados, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

Elaine Cristina Teixeira <sup>(1)</sup>; Iran Dias Borges <sup>(2)</sup>; Lorena Martins Brandão <sup>(3)</sup>; Marcos Koiti Kondo <sup>(4)</sup>; Antônio Augusto Nogueira Franco <sup>(5)</sup>; Tatiane Renata de Souza Moreira <sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Professora; Instituto Federal Baiano, Guanambi; Bahia; laineteixeira@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Professor; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(3)</sup> Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(4)</sup> Professor; Universidade Estadual de Montes Claros; <sup>(5)</sup> Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros; Estudante; <sup>(6)</sup> Universidade Federal de São João del-Rei.

**RESUMO:** Um experimento foi instalado e conduzido na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 160 com objetivo de determinar o acúmulo de macronutrientes primários durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de Scott-Knott (5%) com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. O Acúmulo de macronutrientes secundários é lento nos estádios iniciais e máximos na maturidade tanto na safra como na rebrota da safra. Os acúmulos dos macronutrientes Ca e Mg secundários na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores. O acúmulo de S na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final do ciclo. As plantas de sorgo forrageiro crescem até o florescimento. O acúmulo de matéria seca nas plantas de sorgo é crescente até o final do ciclo.

**Termos de indexação:** Fertilização, marcha de absorção, *Sorghum bicolor* L.

### INTRODUÇÃO

A planta de sorgo é considerada rústica e se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa

alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Os híbridos de sorgo altamente produtivos disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais diferenciadas e às vezes desconhecidas e variáveis. Dessa forma, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação especiais.

O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de macronutrientes secundários no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 160 em duas épocas: safra e rebrota.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha<sup>-1</sup> que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de

produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e a rebrota onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte. A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Acúmulo de macronutrientes secundários é lento nos estádios iniciais e máximos na maturidade tanto na safra como na rebrota da safra.

Os acúmulos dos macronutrientes secundários Ca e Mg na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores.

O acúmulo de Ca na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final da EC1 (Diferenciação do primórdio floral), a partir de quando os valores acumulados são sempre maiores na safra (**Tabela 1**).

Pitta et al., (2001) concluiu que a extração de Ca e Mg aumenta de modo linear com o acréscimo na produtividade.

Bull (1993) observou que o pico de absorção de Ca ocorre aos 80-90 DAE com quantidades requeridas de 34 kg em plantas de milho, valor abaixo ao observado nas condições deste trabalho.

**Tabela 1** – Valores para acúmulo de Ca (kg ha<sup>-1</sup>) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	0.2 Fa	0.3 Ea	0.3 F
2	1.8 Fa	6.4 Ea	4.1 F
3	6.7 Fa	12.5 Ea	9.6 E
4	20.2 Ea	13.4 Ea	16.8 E
5	45.0 Da	20.6 Db	32.8 D
6	73.0 Ca	32.7 Cb	52.8 C
7	81.7 Ba	50.4 Bb	66.1 B
8	87.5 Ba	59.6 Bb	73.6 B
9	104.3 Aa	80.7 Ab	92.5 A
X	46.7 a	30.7 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Mg na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final da EC1 (Diferenciação do primórdio floral), a partir de quando os valores acumulados são sempre maiores na safra (**Tabela 2**).

Bull (1993) observou que o pico de absorção de Mg ocorre aos 80 DAE com quantidades requeridas de 34 kg em plantas de milho, valor aproximado ao observado para a safra e abaixo para a rebrota as condições deste trabalho.

**Tabela 2** – Valores para acúmulo de Mg ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	0.08 Fa	0.11 Da	0.09 F
2	0.49 Fa	1.91 Da	1.20 F
3	1.59 Fa	3.53 Da	2.56 F
4	5.11 Ea	4.10 Da	4.60 E
5	11.01 Da	5.93 Cb	8.47 D
6	19.72 Ca	8.68 Cb	14.20 C
7	22.81 Ba	13.21 Bb	18.01 B
8	24.55 Ba	15.51 Bb	20.03 B
9	34.16 Aa	21.21 Ab	27.69 A
X	13.28 a	8.24 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

De maneira geral, o acúmulo de S na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final (**Tabela 3**).

Bull (1993) observou que o pico de absorção de S ocorre aos 80-90 DAE com quantidades requeridas de 32 kg em plantas de milho, valor acima aos observados nas condições deste trabalho.

**Tabela 3** – Valores para acúmulo de S ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	0.11 Ea	0.21 Ea	0.16 F
2	0.74 Ea	2.41 Ea	1.58 F
3	1.76 Eb	4.58 Da	3.17 E
4	3.69 Da	5.05 Da	4.37 E
5	8.48 Ca	7.16 Ca	7.82 D
6	13.00 Ba	8.01 Cb	10.50 C
7	14.24 Ba	13.42 Ba	13.83 B
8	15.50 Ba	14.72 Ba	15.11 B
9	19.81 Aa	19.66 Aa	19.74 A
X	8.59 a	8.36 a	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

De maneira geral, a altura das plantas de sorgo forrageiro na safra é menor que na rebrota da safra até o início da EC2 (diferenciação do primórdio floral), isso ocorre porque o arranque inicial das plantas de sorgo na rebrota é maior em função do já estabelecimento das raízes (**Tabela 4**). A partir daí, a altura das plantas na safra é sempre maior que na rebrota até o final do ciclo das plantas, porém, sem diferença significativa.

As plantas crescem até o início da EC3 (Florescimento) (**Tabela 4**).

Costa (2013), avaliando a fenologia do sorgo forrageiro, observou que aos 75 dias após emergência a planta estabilizou seu crescimento até o final do ciclo, atingindo 2,35 metros de altura, muito próximo aos resultados obtidos neste trabalho.

**Tabela 4** – Altura (cm) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	17.1 Fa	18.2 Ga	17.6 G
2	28.4 Fb	47.6 Fa	38.0 F
3	43.7 Eb	76.5 Ea	60.1 E
4	73.1 Db	96.4 Da	84.7 D
5	115.7 Ca	116.2 Ca	115.9 C
6	186.2 Ba	135.9 Bb	161.0 B
7	219.5 Aa	159.3 Ab	189.4 A
8	223.2 Aa	166.7 Ab	194.9 A
9	222.6 Aa	168.6 Ab	195.6 A
X	125.5 a	109.5 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Matéria Seca nas plantas de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da EC2 (Diferenciação do primórdio floral), a partir daí, o acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 5**).

O acúmulo de matéria seca nas plantas de sorgo é crescente até o final do ciclo.

Costa (2013) verificando o peso de massa seca da planta de sorgo notou que seu crescimento é reduzido nos estádios iniciais de desenvolvimento



da cultura corroborando com os dados nas condições deste trabalho.

**Tabela 5** – Matéria Seca ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	X
1	35.1 Ga	69.4 Da	52.2 G
2	200.3 Ga	705.4 Da	452.8 G
3	723.5 Ga	1137.6 Da	930.6 G
4	2333.7 Fa	1387.9 Da	1860.8 F
5	5402.9 Ea	1881.3 Cb	3642.1 E
6	9724.6 Da	2848.8 Cb	6286.7 D
7	12722.2 Ca	4730.2 Bb	8726.2 C
8	15365.7 Ba	5869.7 Bb	10617.7 B
9	18282.9 Aa	7635.7 Ab	12959.3 A
X	7199.0 a	2918.4 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

## CONCLUSÕES

O Acúmulo de macronutrientes secundários é lento nos estádios iniciais e máximos na maturidade tanto na safra como na rebrota da safra.

Os acúmulos dos macronutrientes Ca e Mg secundários na safra e na rebrota são semelhantes até a diferenciação do primórdio floral, início da (EC2), a partir daí, os acúmulos na safra são sempre maiores.

O acúmulo de S na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o final do ciclo.

As plantas de sorgo forrageiro crescem até o florescimento.

O acúmulo de matéria seca nas plantas de sorgo é crescente até o final do ciclo.

## AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.

Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

## REFERÊNCIAS

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.) Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-145.

COSTA, R. Q. Fenologia e análise de crescimento do sorgo forrageiro volumax em Vitória da Conquista – BA. Dissertação. Universidade Estadual do Sudoestes da Bahia – UESB, 2013.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

PITTA, G. V. E.; VASCONCELLOS, C. A.; ALVES, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J. C. et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. cap. 9, p. 243-262.



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**

**"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"**

---

## Manejo da Adubação nitrogenada e Inoculação de *Azospirillum brasilense* para a Produção de Grãos e Palha de Sorgo na Integração Lavoura-Pecuária

**Deyvison de Asevedo Soares<sup>(1)</sup>; Marcelo Andreotti<sup>(2)</sup>; Allan Hisashi Nakao<sup>(1)</sup>; Viviane Cristina Modesto<sup>(1)</sup>; Lourdes Dickmann<sup>(1)</sup>; Isabô Melina Pascoaloto<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup>Discentes do PPG em Agronomia - Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP. E-mail: [deyvison\\_a.soares@hotmail.com](mailto:deyvison_a.soares@hotmail.com); <sup>(2)</sup>Docente do PPG em Agronomia – Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, SP.

**RESUMO:** O sorgo é uma importante alternativa para a produção de grãos na entressafra, entretanto, há a necessidade de informações sobre o manejo da cultura, bem como o seu desempenho agrônomo em cultivos consorciados. Objetivou-se avaliar o crescimento e produtividade do sorgo com inoculação por *Azospirillum brasilense*, cultivado em sistema integrado lavoura-pecuária sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido no município de Selvíria/MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x3, sendo: 2 - Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2 - Sorgo inoculado nas sementes ou não com *Azospirillum brasilense*; e 3 - aplicação total da recomendação de nitrogênio na semeadura ou aplicação total apenas em cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura). Foram avaliados os componentes de produção e produtividade da cultura. Em geral a inoculação não influenciou os componentes da produção do sorgo. No cultivo consorciado e no tratamento onde as sementes da cultura foram inoculadas com *A. brasilense*, constatou-se maior produtividade de palha e de grãos, respectivamente. O cultivo do sorgo em consórcio com capim Paiaguás na safrinha é viável.

**Termos de indexação:** Plantio direto, produtividade, *Urochloa brizantha*.

### INTRODUÇÃO

O setor agropecuário tem provado, nas últimas décadas, incrementos significativos na produtividade de grãos. O desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias para aplicação nas lavouras, como práticas para aumentar a eficiência de adubos químicos, assim como a utilização de bactérias fixadoras de N e/ou promotoras de crescimento, tem contribuído para elevar a produtividade do setor a patamares recordes. Entretanto, existe a necessidade de mais estudos visando otimizar a produtividade de culturas consideradas marginais, mas que dentro da cadeia produtiva, tem sua importância para a produção de grãos e/ou palha para o sistema plantio direto (SPD).

Nesse contexto, o sorgo vem ganhando espaço no cenário nacional, pois é uma cultura que se adapta bem às condições edafoclimáticas adversas, com isso, é importante para o cultivo na entressafra, período em que reduz a precipitação hídrica, comum no cerrado brasileiro.

O sorgo é uma cultura rústica, no entanto responde positivamente à adubação, podendo superar produtividades de grãos e matéria seca normalmente obtidas pela cultura do milho (RESENDE et al., 2009).

A inclusão dessa cultura no sistema Integração lavoura-pecuária tem sido uma alternativa, visando produção de grãos, silagem ou palha para o SPD. No entanto há a necessidade de informações sobre o manejo da adubação da cultura, assim como o seu desempenho agrônomo sob a condição de consórcio com forrageiras tropicais.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e produtividade do sorgo granífero com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense* nas sementes, cultivado em sistema integrado lavoura-

pecuária, e determinar o manejo mais adequado da adubação nitrogenada na cultura sob essa condição.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2015, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), área de Produção Vegetal, localizada no município de Selvíria/MS. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas de 6 m de comprimento e 3,15 de largura, em esquema fatorial 2x2x3, com 4 repetições, sendo: 2 - Sorgo cultivado solteiro ou em consórcio com capim-Paiaguás; 2 - Sorgo inoculado nas sementes ou não, com *Azospirillum brasilense*; e 2 - aplicação de 100% da recomendação de nitrogênio (N) na semeadura; 100% apenas em cobertura, ou parcelada, sendo 30% na semeadura e 70% no início do estágio EC2 (iniciação da panícula), na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando-se ureia como fonte. Nos tratamentos em consórcio utilizou-se a forrageira *Urochloa brizantha*, BRS Paiaguás. A bactéria diazotrófica foi fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/20 kg de sementes. A inoculação foi efetuada momentos antes da semeadura, à sombra, e nas sementes de sorgo.

A área experimental tem sido cultivada com culturas anuais em sistema plantio direto há 10 anos, sendo a cultura anterior milho. Antes da implantação, analisou-se a fertilidade do solo na camada de 0 a 0,20 m (RAIJ et al., 2001). Realizou-se uma dessecação da flora daninha da área, com uso do herbicida Glyphosate (1,44 kg ha<sup>-1</sup> i. a.), em seguida foi realizado a trituração dos resíduos vegetais empregando um triturador horizontal (Triton).

O sorgo foi semeado mecanicamente em 17/03/2015 em SPD. Utilizou-se o híbrido Rancheiro, em espaçamento de 0,45 m entrelinhas. A adubação de semeadura constou de 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg de K<sub>2</sub>O, tendo como fontes, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A semeadura do capim-Paiaguás foi realizada simultaneamente à do sorgo, efetuada com uma semeadora-adubadora com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desconstruído para SPD. Foi semeada 1 linha da forrageira em cada entrelinha do sorgo. As sementes foram acondicionadas no compartimento do fertilizante da semeadora e depositadas na profundidade de 0,06 m, espaçadas em 0,45 m, utilizando-se aproximadamente 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis (Valor cultural = 60%). O N foi aplicado

conforme os tratamentos, já citados, em que nos tratamentos com aplicação em cobertura, realizou-se a adubação quando as plantas apresentavam aproximadamente 0,30 m de altura (24/04/2015). Foram determinados na cultura do sorgo o estande final de plantas (EFP), contando-se as plantas nas 3 linhas centrais, diâmetro basal de colmos (DBC), altura de plantas (AP). Para tais determinações foram utilizadas 10 plantas aleatoriamente na área útil da parcela experimental.

No momento da colheita do sorgo (18/06/2015) determinaram-se a produtividade de grãos (PG) e palhada (PP), a partir da coleta das plantas das 3 linhas centrais desprezando-se 1,5 m em cada extremidade. Posteriormente, as frações colmos+folhas foram pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingir a massa constante para determinação da quantidade de matéria seca que ficou como palhada na área. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05) e as médias comparados pelo teste de Tukey (P<0,05) com o auxílio do programa computacional SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estande final de plantas (EFP) e o comprimento de panículas (CP) de sorgo não foram influenciados pelo manejo da adubação nitrogenada, nem quando semeado em consórcio com capim ou com a inoculação de *A. brasilense* nas sementes (Tabela 1).

No consórcio cultura anual x capim é possível que ocorra um menor estande da cultura anual, haja vista que a possível competição interespecífica entre as culturas interfira na interceptação de luz e aquisição dos demais recursos do ambiente. Neste estudo, entretanto, apesar de ocorrer um maior estande final de plantas de sorgo cultivado solteiro, essa diferença não foi significativa.

Para a produção de palha (PP) e diâmetro basal de colmo (DBC), houve diferença significativa quanto às modalidades de semeadura. O sorgo em consórcio sobressaiu-se quando comparado ao cultivado solteiro (Tabela 1).

Houve diferença significativa para altura de plantas (AP) em função do manejo da adubação nitrogenada (Tabela 1). As plantas que receberam 100% da recomendação (120 kg ha<sup>-1</sup>) na semeadura, apresentaram porte mais baixo quando comparadas às que receberam toda a recomendação apenas na cobertura e às que receberam 30% na semeadura e 70% em cobertura.

Conforme Oliveira et al. (2005), em geral, a produtividade de matéria seca do sorgo correlaciona-se à AP. No presente estudo,



entretanto, apesar de uma ligeira relação entre ambas as variáveis, à medida em que os valores médios de AP diferiram em função do manejo da adubação, a PP permaneceu igual estatisticamente.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a produtividade de grãos (PG) e palha (PP) em função da inoculação do *A. brasilense* nas sementes do sorgo (Tabela 1). Quadros (2009), avaliou o desempenho agrônômico de híbridos de milho inoculados com *A. brasilense* em associação com a adubação nitrogenada, e observou incrementos de até 53% na produção de matéria seca da parte aérea para o tratamento inoculado em relação ao controle. Pesquisadores da Embrapa Soja testaram diferentes estirpes de *A. brasilenses* nas culturas de milho e trigo e observaram que a inoculação com *A. brasilense* resultou em incrementos de 24 a 30% na produtividade de grãos da cultura do milho, quando comparado ao controle sem inoculação (HUNGRIA et al., 2010).

Nas condições do presente estudo, as plantas de sorgo obtiveram um considerável incremento de 13,4% na PG, além de um maior acúmulo de matéria seca da palhada. Entretanto, esse comportamento não foi igual para a massa de mil grãos (MMG), uma vez que foram observados os maiores valores no tratamento sem inoculação. Segundo Mateus et al. (2011), a MMG é um dos principais atributos relacionados à PG da cultura do sorgo. No entanto, essa afirmação não está de acordo com os resultados do presente estudo.

As variáveis PG, PP e MMG foram influenciadas pela interação entre inoculação e modalidade de semeadura (Tabela 2). Observa-se que o sorgo cultivado em consórcio apresentou maior PG e PP quando inoculado, sobressaindo-se sobre o sorgo em consórcio não inoculado (Tabela 2A).

Para MMG, quando em consórcio, o sorgo não inoculado apresentou grãos mais compactos quando comparado ao sorgo não inoculado cultivado solteiro (Tabela 2A).

Em relação ao manejo da adubação nitrogenada, quando aplicado 30% da recomendação na semeadura e 70% em cobertura, ocorreu a maior PP no sorgo semeado em consórcio com capim (Tabela 2B). Ainda para a PP, quando cultivado com 100% da recomendação aplicada apenas em cobertura, o sorgo apresentou maior PP quando inoculado com *A. brasilense* (Tabela 2C).

## CONCLUSÕES

O Cultivo do sorgo granífero em consórcio com *Urochloa brizantha* se mostra viável, uma vez que não reduz a produtividade de grãos do sorgo por efeito de competição.

A aplicação do nitrogênio total apenas na semeadura ou apenas na cobertura ou parcelada (30% na semeadura e 70% em cobertura) não interfere na produtividade de grãos e palha do sorgo granífero.

A inoculação das sementes de sorgo com *A. brasilense* proporciona incrementos de até 15,5% na produtividade de grãos.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. **SiSVAR**: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 331, n. 1/2, p. 413-425, 2010.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1161-1169, 2011.

OLIVEIRA, R. de P.; FRANÇA, A.F. de S.; RODRIGUES FILHO, O.; OLIVEIRA, E.R. de; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S.Q.S. Características agrônômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) sob três doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, p. 45-53, 2005.

QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum spp.* em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. **Adubação maximiza o**



**potencial produtivo do sorgo.** Sete Lagoas, MG:  
Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 7 p. (Circular  
Técnica, 119).

Tabela 1. Estande final de plantas (EFP), produtividade de palha (PP), altura de plantas (AP), comprimento de panícula (CP), diâmetro basal de colmo (DBC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-Paiaguás e solteiro<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	EFP (plantas ha <sup>-1</sup> )	PP <sup>(2)(3)(4)</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	AP (m)	CP (cm)	DBC (mm)	MMG <sup>(2)</sup> (g)	PG <sup>(2)</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Adubação*</b>							
0% - 100%	173181,16a	4454,1a	1,39a	24,05a	15,14b	19,43a	3636,7a
30% - 70%	174882,99a	4423,6a	1,38a	24,48a	16,36a	19,80a	3991,5a
100% - 0%	163734,40a	4296,9a	1,29b	24,31a	16,81a	19,07a	3822,1a
<b>Semeadura</b>							
Consórcio	166794,38a	4589,9a	1,35a	24,37a	16,66a	19,72a	3979,5a
Solteiro	174404,66a	4193,3b	1,36a	24,19a	15,54b	19,15a	3654,0a
<b>Inoculação</b>							
Inoculado	164197,36a	4593,5a	1,36a	24,31a	15,90a	18,69b	4091,7a
Não inoculado	177001,67a	4189,7b	1,35a	24,25a	16,30a	20,17a	3541,9b
CV%	13,55	12,53	2,95	2,92	6,68	6,48	19,25

<sup>(1)</sup>Letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>(2)</sup>Interação entre os fatores semeadura e inoculação; <sup>(3)</sup>Interação entre os fatores semeadura e adubação; <sup>(4)</sup>Interação entre os fatores inoculação e adubação. \*Semeadura e em cobertura, respectivamente.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre semeadura e inoculação, semeadura e adubação, e inoculação e adubação, para a produtividade de grãos (PG), produtividade de palha (PP) e massa de mil grãos (MMG) de sorgo granífero com e sem inoculação de *A. brasilense*, em consórcio com capim-paiaguás e solteiro<sup>(1)</sup>.

Tabela 2A.		Semeadura	
Inoculação	Consorcio	PG (kg ha <sup>-1</sup> )	Solteiro
Inoculado	4554,57Aa		3628,78Ab
Não inoculado	3404,45Ba		3679,25Aa
		PP (kg ha <sup>-1</sup> )	
Inoculado	4898,57Aa		4288,33Ab
Não inoculado	4281,14Ba		4098,23 Aa
		MMG (g)	
Inoculado	18,53Ba		18,85Aa
Não inoculado	20,90Aa		19,45Ab
Tabela 2B.		Semeadura	
Adubação	Consorcio	PP (kg ha <sup>-1</sup> )	Solteiro
0 %– 100%	4512,91Aa		4395,33Aa
30% - 70%	4722,34Aa		4124,93Ab
100% - 0%	4534,32Aa		4059,58Aa
Tabela 2C.		Inoculação	
Adubação	Inoculado	PP (kg ha <sup>-1</sup> )	Não inoculado
0% – 100%	4808,02Aa		4100,23Ab
30% - 70%	4518,30Aa		4328,97Aa
100% - 0%	4454,03Aa		4139,86Aa



<sup>(1)</sup> Letras maiúsculas iguais na mesma coluna e minúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



## Manejo de híbrido de milho associado a fontes de nitrogênio em diferentes densidades de semeadura

**Kathia Szeuczuk<sup>(1)</sup>; Marcelo Cruz Mendes<sup>(2)</sup>; Paulo Henrique Matchula<sup>(3)</sup>; Bruno Schroeder<sup>(4)</sup>; Janaina Neiverth<sup>(5)</sup>; Alan Stadler<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; Guarapuava; Paraná; kahh.szeuczuk@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professor; Universidade Estadual do Centro Oeste; <sup>(3)</sup> Estudante – Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste; <sup>(4)</sup> Estudante - Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste. <sup>(5)</sup> Estudante-Graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste. <sup>(6)</sup> Estudante – Pós-graduação; Universidade Estadual do Centro Oeste.

**RESUMO:** A determinação de rendimento de híbridos de milho com tecnologias associadas a formas de manejo de nitrogênio e densidade de plantas fornece subsídios importantes para produtores do Brasil. O objetivo foi avaliar diferentes formas de manejo de nitrogênio, por meio da quantificação de teor de N foliar e características agrônomicas em diferentes populações de plantas, no híbrido de milho DKB230VTPRO3<sup>®</sup>, no município de Guarapuava-PR na safra agrícola 2015/2016. O experimento foi conduzido em Guarapuava-PR, na Fazenda Três Capões. A semeadura foi realizada em 02/10/2015. Os tratamentos diferenciaram-se entre si pelas associações de diferentes fontes de nitrogênio e população de plantas. Sendo testados tratamentos com e sem *A. brasilense*, tratamentos com ureia protegida, ureia comum e tratamentos com e sem nitrogênio líquido, todos nas diferentes populações de plantas: 70.000, 80.000 e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os valores numéricos quantificados de nitrogênio foliar que se destacaram foram nos tratamentos sem aplicação de *A. brasilense* e utilizando a ureia líquida no estágio VT na população de 90.000 plantas. Para P1000, o tratamento sem *Azospirillum* e a ureia líquida foi superior ao tratamento com aplicação destes produtos, na mesma população de 90.000 plantas utilizando o híbrido DKB230VTPRO3<sup>®</sup>. A população de 90.000 plantas obteve a maior produtividade de grãos, quando comparado com os resultados gerados com 60.000 e 75.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, adubação nitrogenada, população de plantas.

### INTRODUÇÃO

Na região de Guarapuava, onde a agricultura trabalha com altos índices tecnológicos, não é difícil encontrar situações onde o produtor utilize altas doses de nitrogênio, tanto na base, quanto em cobertura. Provavelmente esse seja um fator que auxilie nas altas produtividades alcançadas pelos produtores da região. Dificilmente a planta de milho irá deixar de aproveitar a dose de nitrogênio disponibilizada, Mendes et al. (2013), testando dois híbridos, um hiperprecoce e um superprecoce, associados a diferentes doses de nitrogênio em cobertura e espaçamento reduzido concluíram que quando utilizada a maior adubação de cobertura, 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, houve considerável aumento na produtividade de grãos nos dois híbridos testados.

O uso da ureia geralmente apresenta um custo/benefício melhor que as demais fontes nitrogenadas. Porém, esse fertilizante apresenta como desvantagem grandes perdas de N-NH<sup>3</sup> por volatilização, que podem comprometer sua eficiência (Stafanato et al., 2013).

Nos últimos anos, novas tecnologias têm sido desenvolvidas com o intuito de minimizar as perdas de N-ureia por volatilização, como o uso de inibidores da urease. Stafanato et al. (2013) e Soares (2011), comparando diferentes fertilizantes nitrogenados, em casa de vegetação, observaram que fertilizantes revestidos com boro e cobre apresentam menores perdas por volatilização de N-NH<sub>3</sub> quando comparados ureia granulada (ureia comum).

As folhas absorvem o N e outros elementos por mecanismos semelhantes aos que operam nas raízes. As doses aplicadas, dezenas de até centenas de quilos por hectare, exigem um fracionamento tal que torna a prática não realizável por ser antieconômica. A aplicação do N via folha em geral se faz em três situações: para obter correção mais rápida da deficiência, para fornecer o elemento quando não é praticável via solo e para a

melhoria da qualidade do produto agrícola (Malavolta, 2006).

Pacientchuk et al. (2014) ao testar diferentes doses de nitrogênio líquido aplicado via foliar e em diferentes estádios fenológicos obteve aumento de produtividade tanto em V13, quanto em VT e R1, porém o maior incremento foi obtido em R1 com a aplicação de 11,4 L ha<sup>-1</sup> do fertilizante foliar resultando em 522 kg ha<sup>-1</sup>. Cavallet et al. (2000), estudando a inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* obteve 30% de aumento na produtividade quando o *Azospirillum* foi aplicado em cobertura. Segundo Martins et al. (2012), testando 29 híbridos de milho em Patos de Minas – MG, observou que a inoculação foliar em V2 de *Azospirillum* obteve resultados de aumento de produtividade comparado com a testemunha e o tratamento com *Azospirillum* inoculado na semente.

Dentre os vários sistemas de produção, existe uma população que maximiza o rendimento de grãos, sendo que esta pode variar de 30.000 a 90.000 plantas hectare dependendo das condições de fertilidade do solo, do ciclo da cultivar, disponibilidade hídrica, época de semeadura e espaçamento entre linhas. O incremento na densidade de plantas é uma das formas mais fáceis e eficientes de aumentar a interceptação da radiação solar incidente pela comunidade de plantas de milho (Demétrio et al., 2008).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes formas de manejo de nitrogênio, por meio da quantificação de teor de N foliar e características agrônomicas em diferentes populações de plantas, no híbrido de milho DKB230VTPRO3<sup>®</sup>, no município de Guarapuava, PR na safra agrícola 2015/2016.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Guarapuava, na Fazenda Três Capões, do Grupo MLCV (980 m de altitude, latitude 25°25' S e longitude 51°39' W), em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférrico Típico, textura muito argilosa (Embrapa, 2006). O experimento foi instalado no sistema de plantio direto (SPD), em área onde havia a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) no inverno como cobertura do solo. Foi realizada a análise de solo antes da instalação do experimento de 0-20 cm (Tabela 1).

**Tabela 1** - Análise de solo área disponibilizada para o experimento.

pH CaCl2	M.O.	<sup>1</sup> P	<sup>2</sup> K	<sup>2</sup> Ca	<sup>2</sup> Mg
5,74	4,457	5,84	0,53	3,32	1,37
Al	H+Al	SB	CTC	V%	Ca/Mg

0	3,41	5,22	8,63	60,47	2,42
---	------	------	------	-------	------

<sup>1</sup> Teor em mg dm<sup>-3</sup>; <sup>2</sup> teores em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; M. O. teor de matéria orgânica em %.

Os tratamentos diferenciaram-se entre si pelas associações de diferentes fontes de nitrogênio e população de plantas. Sendo testados tratamentos com *A. brasilense* e sem *A. brasilense*, tratamentos com ureia protegida (inibidor de urease), ureia comum e tratamentos com Nitamin<sup>®</sup> (nitrogênio líquido) e sem Nitamin<sup>®</sup>, todos em três diferentes populações de plantas: 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>, 80.000 plantas ha<sup>-1</sup> e 90.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

O híbrido escolhido para a realização do experimento foi o DKB230VTPRO3<sup>®</sup>, para a adubação de base foi utilizado o NPK, na formulação 10-30-20, na dosagem de 230 kg ha<sup>-1</sup>, as demais adubações foram de acordo com cada tratamento.

A semeadura foi realizada no dia 02 de outubro de 2015, utilizou-se uma semeadora e adubadora de dez linhas, a qual foi regulada para que as sementes fossem alocadas cerca de 4 cm de profundidade. Foram semeadas cerca de 5 sementes por metro, após o desbaste, ajustando as densidades de cada população, conforme **tabela 2**.

**Tabela 2** - Tratamentos avaliados e dosagens realizadas para o híbrido hiperprecoce DKB230VTPRO3<sup>®</sup>.

TRAT.	POP	AZ	UREIA	N líquido
1	70.000	200	Comum	10
2	70.000	200	Protegida	10
3	70.000	200	Comum	0
4	70.000	200	Protegida	0
5	70.000	0	Comum	10
6	70.000	0	Protegida	10
7	70.000	0	Comum	0
8	70.000	0	Protegida	0
9	80.000	200	Comum	10
10	80.000	200	Protegida	10
11	80.000	200	Comum	0
12	80.000	200	Protegida	0
13	80.000	0	Comum	10
14	80.000	0	Protegida	10
15	80.000	0	Comum	0
16	80.000	0	Protegida	0
17	90.000	200	Comum	10
18	90.000	200	Protegida	10
19	90.000	200	Comum	0
20	90.000	200	Protegida	0
21	90.000	0	Comum	10
22	90.000	0	Protegida	10
23	90.000	0	Comum	0
24	90.000	0	Protegida	0

POP: população (plantas ha<sup>-1</sup>); AZ: Azospirillum aplicado em V2 (mL ha<sup>-1</sup>); Ureia: 400 kg ha<sup>-1</sup> (aplicada em V3 e V5); N líquido: nitrogênio líquido aplicado em VT (L ha<sup>-1</sup>).

Os diferentes tratamentos foram sendo aplicados nos estádios fenológicos recomendados para cada produto, conforme **tabela 3**.

**Tabela 3** - Épocas de aplicação de cada tratamento para o híbrido hiperprecoce DKB230VTPRO3<sup>®</sup>.

Tratamentos	DAE	ESTÁDIO FENOLÓGICO*	DOSE
Azospirillum	11	V2	200 mL ha <sup>-1</sup>
Ureia 1ª parcela	18	V3	200 kg ha <sup>-1</sup>
Ureia 2ª parcela	33	V5	200 kg ha <sup>-1</sup>
Nitrogênio líquido	63	VT	10 L ha <sup>-1</sup>

\*ESTÁDIO FENOLÓGICO: segundo Ritchie, (2003); DAE: dias após a emergência

Os parâmetros avaliados foram: teores foliares nitrogênio foliar (N foliar); peso e mil grãos (P1000) e produtividade de grãos (PROD).

O delineamento foi de blocos casualizados, onde foram avaliados 24 tratamentos com diferentes formas de manejo de nitrogênio e sua associação com a densidade populacional, estes com três repetições, totalizando 72 parcelas a campo, conforme descritos na **tabela 2**.

No florescimento foi determinado os teores foliares de nitrogênio na repetição 1, visando quantificar o teor deste nutriente nos tratamentos estudados.

Os dados das características P1000 e PROD foram submetidos à análise de variância e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando comparados os tratamentos dentro de cada população deve-se dar destaque aos tratamentos 21 e 22, os quais tem mesma população, sem aplicação de *A. brasilense* e com aplicação de ureia líquida, sendo que o que diferencia os dois é o tipo de ureia aplicada, como pode ser observado na **tabela 4**.

Isso pode ser um indício que a aplicação de *Azospirillum* pode vir a diminuir o teor de N na folha. Porém mais três tratamentos (15, 17 e 20) obtiveram níveis acima de 30 g kg<sup>-1</sup> de N.

Segundo Oliveira et al, (2004), teores de N foliar de 30 g kg<sup>-1</sup> estão associados à máxima produção de grãos de milho. Mendes et al. (2014) também chegou a resultados de 30,5 g kg<sup>-1</sup> de N, aplicando 200 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, dividido em duas parcelas, para um híbrido de ciclo precoce, na região de Guarapuava, Paraná.

Em termos de produtividade, deve-se chamar a atenção para os altos índices que foram alcançados neste experimento, como pode ser observado na **tabela 4**. Onde a média dos 24 tratamentos ficou em 15.366,61 kg ha<sup>-1</sup>, mostrando o alto potencial da área utilizada em termos de características climáticas e principalmente alta fertilidade. Mendes et al. (2013) também observou médias altas de produtividades na mesma região do experimento em questão, médias acima de 12.000 kg ha<sup>-1</sup>, em um híbrido de ciclo hiperprecoce.

**Tabela 4** - Teor de nitrogênio foliar (g kg<sup>-1</sup>), produtividade de grãos (PROD - kg ha<sup>-1</sup>) e peso de mil grãos (P1000 - g) dos tratamentos avaliados (TRAT.).

TRAT.	N FOLIAR <sup>1</sup>	PROD <sup>2</sup>	P1000 <sup>2</sup>
1	19,80	13938 c	386,1 ab
2	28,20	13956 c	397,1 ab
3	22,10	15705 abc	402,1 ab
4	22,50	15593 abc	390,9 ab
5	22,30	15762 abc	395,7 ab
6	23,70	14183 c	395,7 ab
7	26,70	15072 abc	385,9 ab
8	26,60	17208 ab	388,2 ab
9	27,50	15024 abc	386,5 ab
10	18,90	15158 abc	388,7 ab
11	24,50	15074 abc	378,5 ab
12	20,60	15612 abc	374,2 ab
13	19,40	14562 abc	378,2 ab
14	14,70	14975 abc	380,4 ab
15	35,30	14498 bc	379,9 ab
16	12,60	15158 abc	388,9 ab
17	34,40	16114 abc	380,1 ab
18	16,70	15099 abc	369,5 b
19	15,30	15337 abc	377,4 ab
20	38,00	15603 abc	374,9 ab
21	58,10	16135 abc	381,8 ab
22	54,60	15476 abc	388,8 ab
23	21,90	17377 a	409,1 a
24	24,60	16180 abc	382,9 ab
<b>Média</b>	<b>26,21</b>	<b>15367</b>	<b>385,9</b>
<b>CV</b>	-	<b>5,87%</b>	<b>2,98%</b>

<sup>1</sup>Valores de teor de nitrogênio obtidos na repetição 1, não aplicado teste de estatística.

<sup>2</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Destacou-se o tratamento 23 que constituía 90 mil plantas ha<sup>-1</sup>, sem aplicação de *A. brasilense*, sem aplicação de nitrogênio foliar e utilização de ureia comum, esse tratamento diferiu estatisticamente dos tratamentos 1, 2, 6 e 14 os quais foram contabilizados como tendo as menores produtividades, porém pelo teste de Tukey os demais tratamentos foram considerados iguais



estatisticamente, como pode ser observado na **tabela 4**.

O resultado demonstra que o híbrido suporta alta população de plantas, pois como pode ser observado na **tabela 4**, todos os tratamentos que foram implantados com 90.000 plantas ha<sup>-1</sup> apresentaram produtividades acima de 15.000 kg ha<sup>-1</sup>. Pode-se observar também que apenas a aplicação da ureia comum foi suficiente para o alcance da maior produtividade, pois sua aplicação foi realizada no estágio correto e em condições climáticas favoráveis. Queiroz et al. (2011) testando diferentes fertilizantes nitrogenados observou que independentemente da fonte utilizada quanto mais nitrogênio aplicado em cobertura no solo maior era a produtividade dos híbridos avaliados.

Para a variável P1000, o tratamento 23 diferiu estatisticamente do tratamento 18, e os demais tratamentos não mostraram diferença estatística entre si. Porém é interessante observar na **tabela 4**, que, nos tratamentos de 1 a 8, em que a população de plantas foi ajustada para 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>, os pesos mantiveram-se acima de 385 g, evidenciando que uma menor população de plantas tem a capacidade de produzir grãos mais pesados. Mendes et al. (2013) também chegou a resultados de P1000 aproximados a 380 g, em população de 75.000 plantas.

## CONCLUSÃO

Os valores numéricos quantificados de nitrogênio foliar que se destacaram foram nos tratamentos sem aplicação de *A. brasilense* e utilizando a ureia líquida no estágio VT na população de 90.000 plantas.

Para peso de mil grãos, o tratamento sem *A. brasilense* e a ureia líquida foi superior ao tratamento com aplicação destes produtos, na mesma população de 90.000 plantas utilizando o híbrido DKB230VTPRO3<sup>®</sup>.

A população de 90.000 plantas obteve a maior produtividade de grãos, quando comparado com os resultados gerados com 60.000 e 75.000 plantas por hectare.

## REFERÊNCIAS

CAVALLET, L. E. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

DEMÉTRIO, C. S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária**

**Brasileira**, Brasília, DF, v.43, n.12, p.1691-1697. dez. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

MALAVOLTA, E. **O nitrogênio na agricultura brasileira**. Série de estudos e documentos – SED 70. CETEM/MCT. Brasília, DF, 2006, 72p.

MARTINS, F. A. D. et al. Avaliação de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, RS, v. 18, n. 2, p. 103-110, 2012.

MENDES, M. C. et al. Dose de nitrogênio associado a enxofre elementar em cobertura na cultura do milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Campinas, SP, v. 13, n. 1, p. 96-106, 2014.

MENDES, M. C. et al. Adubação nitrogenada em cobertura associada com densidades populacionais de híbridos de milho em espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Campinas, SP, v. 12, n. 2, p. 92-101, 2013.

OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUSA M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 245-256. 2004.

PACENTCHUK, F. et al. Nitrogênio complementar via foliar nas culturas do milho, soja e feijão: doses e estádios fenológicos de aplicação. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, ed. 142/143, p. 28 – 34, out. 2014.

QUEIROZ, A. M. et al. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, v. 10, n. 1, p. 257-266, 2011.

SOARES, J. R. **Efeito de inibidores de urease e de nitrificação na volatilização de NH<sub>3</sub> pela aplicação superficial de ureia no solo**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2011.

STAFANATO, J. B. et al. Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em





ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 726-732, jun. 2013.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Comparação entre métodos para o estudo da adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo sacarino

**Ruane Alice da Silva<sup>(1)</sup>; Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>(2)</sup>; Pakizza Sherma da Silva Leite<sup>(3)</sup>; Dalila Dominique Duarte Rocha<sup>(4)</sup>; André May<sup>(5)</sup>; Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella<sup>(6)</sup>; Robert Eugene Schaffert<sup>(7)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Graduanda em Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas - MG; ruane.alice29@gmail.com; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo <sup>(3)</sup> Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras <sup>(4)</sup> Mestranda em produção vegetal; Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas - MG; <sup>(5)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo <sup>(6)</sup> Professora Adjunta; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(7)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo.

**RESUMO:** O sorgo sacarino tem se destacado cada vez mais no cenário energético, dessa forma estudos na área são de extrema importância. Diante disso o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes métodos estatísticos de análise da adaptabilidade e estabilidade e indicar genótipos de interesse em sorgo sacarino. Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2015/2016 em Sete Lagoas-MG, Janaúba-MG, e Jaguariúna-SP. Utilizaram-se 25 cultivares de sorgo sacarino, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliadas as seguintes características: produção de massa verde (PMV, kg.ha<sup>-3</sup>), teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix) e toneladas de brix por hectare (TBH, t.ha<sup>-1</sup>). As análises foram desenvolvidas no programa estatístico-computacional GENES. Os dados foram submetidos a análise de variância e a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foi avaliada por meio dos seguintes métodos Annicchiarico (1992), Lin e Binns (1988), Wricke e Weber (1986). Cada método classificou genótipos diferentes para cada característica, destacando que os genótipos que se apresentaram mais estáveis e adaptáveis foram 2015(B)005, 2015(B)008, 2015(B)012, 2015(B)020 e BRS511, associando maior peso de massa verde com maior valor de sólidos solúveis totais sendo de interesse para o desenvolvimento de híbridos de sorgo sacarino. Ressaltando que para a determinação da adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo sacarino os métodos Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) expressaram resultados coerentes entre si, diferentes dos obtidos pelo método de Wricke e Weber (1986), que optam pela escolha de genótipos altamente estáveis, no entanto com baixa adaptabilidade, o que é indesejável.

**Termos de indexação:** *Sorghum bicolor*, ambientes, interação.

### INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem se destacado cada vez mais no setor sucroenergético, sendo uma cultura complementar para ser utilizada na entressafra da cana-de-açúcar. Apresenta características agroindustriais favoráveis como mecanização total da cultura, ciclo curto e altos teores de açúcar no colmo (MAY et al., 2014). Porém, ainda existe a necessidade de diversos estudos para o manejo ideal dessa cultura, visto que o sorgo sacarino vem passando por um processo de adaptação dentro do cenário energético (SCHAFFERT et al., 2011).

Alguns desses estudos, que garantem a indicação de genótipos aptos para determinadas regiões, são os de adaptabilidade e estabilidade. Eles são de extrema importância na fase final dos programas de melhoramento, isso porque, por meio deles, pode-se indicar cultivares de comportamento mais estável e de desempenho superior, associadas em situações de variações ambientais (CRUZ et al., 2010). Os métodos a serem utilizados para estes estudos vão variar, de acordo com a precisão experimental e número de ambientes avaliados, ficando ao cargo do melhorista escolher o que se adéqua mais as suas condições experimentais (SOUZA et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes métodos estatísticos de análise da adaptabilidade e estabilidade e indicar genótipos de interesse em sorgo sacarino.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2015/2016 em Sete Lagoas, região Central de Minas Gerais, Janaúba, no Norte de Minas e em Jaguariúna, região metropolitana de Campinas-SP.

### Tratamentos e amostragens

Utilizaram-se 25 cultivares de sorgo sacarino, sendo 20 híbridos (2015(B)001 a 2015(B)020), 4 variedades (CMSXS646, CMSXS647, BRS508 e BRS511) pertencentes ao programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo e um híbrido comercial (CV198). As parcelas foram dispostas em 2 fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas 0,7 m entre as linhas, onde foram avaliadas as seguintes características: produção de massa verde (PMV), kg.ha<sup>-3</sup>, teor de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix e toneladas de brix por hectare<sup>-1</sup> (TBH). O PMV foi obtido a partir da pesagem das duas linhas de cada entrada e o peso em Kg foi convertido em kg.ha<sup>-3</sup>. A medida de SST foi determinada com o auxílio de um refratômetro digital, em que a leitura é dada de forma direta em °Brix do caldo extraído dos colmos. Para toneladas de brix por hectare foi utilizada a seguinte fórmula:

$$TBH = PMV * (SST / 100)$$

### Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. As análises foram realizadas no programa estatístico-computacional GENES (CRUZ, 2013). Após realizada a análise de variância foram utilizados os seguintes métodos para estudo da adaptabilidade e estabilidade: Annicchiarico (1992), Lin e Binns (1988), Wricke e Weber (1986).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância para produção de massa verde (PMV), em t.ha<sup>-1</sup>, teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e toneladas de brix por hectare (TBH), em t.ha<sup>-1</sup>, estão apresentados na Tabela 1. Os resultados da análise de variância demonstraram valores significativos para todas as características, exceto para PMV e TBH em relação a fonte de variação cultivares. Para as características de PMV e TBH em relação ao ambiente foi verificada diferença estatística de (p≤0,01) e para SST (p≤0,05), demonstrando variabilidade entre os ambientes. Para fonte de variação Cultivares x Ambientes, todas as características expressaram probabilidade de 1 % no teste F, comprovando que o comportamento dos cultivares diferiu em todos os ambientes.

**Tabela 1** – Análise de variância para produção de massa verde (PMV), em kg.ha<sup>-3</sup>, teor de sólidos solúveis totais (SST), em graus brix, e toneladas de brix por hectare (TBH), em t.ha<sup>-1</sup>, avaliados em cultivares de sorgo sacarino, na safra 2015/2016, em Sete Lagoas-MG, Janaúba-MG, Jaguariúna-SP.

FV	GL	PMV	SST	TBH
Cultivares	24	28,212 ns	3,215 *	37,372 ns
Ambiente	2	0,138 **	3,136 *	0,101 **
Cult x Amb	48	0,001 **	0,433 **	0,016 **
MÉDIA		61,466	18,135	11,144
CV(%)		18,939	9,408	22,250

\*\* e \* significativos a 1 e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

Considerando a análise geral de todos os métodos, no método de Annicchiarico (1992) a escolha dos materiais deve ser feita a partir do índice Wi. Quanto maior esse índice, mais adaptável e estável é o genótipo para determinada característica, ou seja, apresenta maior média e menor desvio padrão. Para a variável PMV, os materiais que obtiveram índice de confiança, maior que 100, foram os genótipos 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)012, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 (Tabela 1). Isso significa que esses genótipos apresentam menores riscos de estarem abaixo da média geral para PMV. Para SST, os genótipos 201543(B)007, 201543(B)008, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, 201543(B)019 e BRS 508 foram superiores. Considerando a variável TBH, os genótipos superiores foram: 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)012, 201543(B)020, BRS 511 (Tabela 2). Pode-se então observar que apenas o genótipo 201543(B)012 se repetiu para as três características.

Para a metodologia de Lin e Binns (1988), o genótipo mais estável é o que apresenta menor Pi (índice de estabilidade do genótipo). Esse apresenta maior média tanto no ambiente favorável quanto no ambiente desfavorável. Verificou-se que os



genótipos 201543(B)002, 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)0012, 201543(B)014, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 obtiveram menores níveis de Pi para PMV (Tabela 2). Os genótipos 201543(B)007, 201543(B)008, 201543(B)009, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, 201543(B)019, BRS508 e BRS 511 tiveram menores Pi para SST (Tabela 2). Para variável TBH os genótipos mais estáveis e que apresentaram, maiores medias foram os 201543(B)002, 201543(B)005, 201543(B)008, 201543(B)009, 201543(B)012, 201543(B)014, 201543(B)020, BRS 511 e CV198 (Tabela 2). Diferentemente do método anterior, não só o genótipo 201543(B)012, mas também os genótipos 201543(B)008 e BRS511 apresentaram baixo Pi para as três variáveis.

O método de Wricke e Weber (1986) estima que o genótipo mais estável é o que apresenta menor ecovalência ( $w_i$  %), ou seja, o que apresenta menor contribuição para a interação genótipo x ambiente. Os genótipos considerados mais estáveis por este método para PMV foram os 201543(B)004, 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)012, 201543(B)013, 201543(B)020, CMSXS647 e BRS 511 (Tabela 2). Para os sólidos solúveis totais, foram os genótipos 201543(B)002, 201543(B)003, 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)007, 201543(B)014, 201543(B)016 e BRS508, e para TBH, os genótipos 201543(B)005, 201543(B)006, 201543(B)011, 201543(B)012, 201543(B)015, 201543(B)016, CMSXS647 e BRS511 (Tabela 1). Os genótipos coincidentes para as três características foram 201543(B)005 e 201543(B)006.

Em estudos de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino utilizando o método de Annicchiarico (1992), Souza et al., 2013, concluiu que as variedades CMSXS646 e CMSXS634(BRS511) foram os genótipos mais adaptado e estáveis, superando os híbridos avaliados. Nos estudos de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de sorgo sacarino utilizando o método GGEbiplot, Figueiredo et al., 2015, verificaram que a variedade BRS511 apresentou-se como uma cultivar duplamente desejável, superando os híbridos avaliados. Estes resultados corroboram com os obtidos neste trabalho, em que a variedade BRS511 expressa adaptação e estabilidade, podendo ser utilizada com eficiência para produção de etanol.

Os caracteres PMV e o SST são diretamente correlacionados com a produção de etanol (MURRAY et al., 2008; LOMBARDI et al., 2015). O THB é um índice que combina o PMV e o SST,

sendo um importante caráter para seleção de genótipos superiores de sorgo sacarino. Considerando esta característica, destacaram-se os híbridos B005, B008, B012, B020 e BRS511, visando à produção de etanol.

### CONCLUSÕES

As metodologias de estudo da adaptabilidade e estabilidade Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) expressaram resultados coerentes entre si, diferentes dos obtidos pelo método de Wricke e Weber (1986), que optam pela escolha de genótipos altamente estáveis, no entanto, com baixa adaptabilidade, o que é indesejável.

Os genótipos que se apresentaram mais estáveis e adaptados segundo os métodos de Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1998) foram B005, B008, B012, B020 e BRS511, associando maior peso de massa verde com maior teor de sólidos solúveis totais, sendo de interesse para a produção de etanol.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Milho e Sorgo, ao Projeto Sweetfuel, à Universidade Federal de São João del-Rei, ao CNPq, e à Fapemig, pelo apoio na realização deste trabalho.

### REFERÊNCIAS

- ANNICCHIARICO, P.; **Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy.** Journal of Genetics and Plant Breeding, New Jersey, v. 46, p. 269-278, 1992.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; NETO, M. M. G.; VIANA, J. H. M. V.; OLIVEIRA, M. F.; MATRANGOLO, W. J. R.; FILHO, M. R. A. **Cultivo do milho.** 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 1).
- CRUZ, C. D. GENES: **a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics.** Acta Scientiarum, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- FIGUEIREDO, U. J. de; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. da C.; SOUZA, E. D.; SILVA, A. R. da; EMYGDIO, B. M.; MACHADO, J. R. A.; TARDIN, F. D. **Adaptability and stability of genotypes of sweet sorghum by GGEbiplot and Toler methods.** Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 11211-11221, 2015.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. **A method of analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter.** Theoretical and Applied Genetics, New York, v. 76, n. 3, p. 425-430, 1988.

LOMBARDI, G. M. R.; NUNES, J. A. R.; PARRELLA, R. A. C.; TEIXEIRA, D. H. L.; BRUZI, A. T.; DURÃES, N. N. L.; FAGUNDES, T. G. **Path analysis of agro-industrial traits in sweet sorghum**. Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v. 14, n. 4, p. 16392-16402, 2015.

MURRAY, S. C., SHARM, A., ROONEY, W. L.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E., MITCHELL, S. E., ; KRESOVICH, S. **Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for Stem Sugar and Grain Nonstructural Carbohydrates**. Crop Sci. 48:2165–2179 (2008). doi: 10.2135/cropsci2008.01.0016

MAY, A.; PARRELLA, R. A. da C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. **Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, jan./fev. 2014.

SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C.; MAY, A.; DURAES, F. O. M. **Metas de rendimento e qualidade de sorgo sacarino**. Agroenergia em Revista, Brasília, v. 2, n. 3, p. 47, ago. 2011.

SOUZA, V. F. DE; PARRELLA, R. A. DA C.; TARDIN, F. D.; COSTA, M. R.; CARVALHO JUNIOR, G. A. DE; SCHAFFERT, R. E. **Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars**. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, v. 13, p. 144-151, 2013.

WRICKE, G.; WEBER, W. E. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. Berlin: Walter de Gruyter, 1986. 406 p.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

**Tabela 2.** Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 25 cultivares de sorgo sacarino avaliados em três ambientes no Brasil nos anos de 2015 e 2016, pelos métodos de Annicchiarico, de Lin & Binns (L&B) e Wricke & Weber, para três características, sendo elas produção de massa verde (PMV), kg.ha<sup>-3</sup>, teor de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix e toneladas de brix por hectare<sup>-1</sup> (TBH), além da média geral de cada uma para os três ambientes.

Cultivares	Características			Annicchiarico			Lin e Binns			Wricke & Weber		
	Média (PMV)	Média (°Brix)	Média (TBH)	Wi (PMV)	Wi (°Brix)	Wi (TBH)	Pi geral (PMV)	Pi geral (°Brix)	Pi geral (TBH)	wi % (PMV)	wi % (°Brix)	wi % (TBH)
201543(B)001	56.39	17.83	9.85	79.03	93.34	76.48	763.18	5.24	29.23	1.92	3.72	2.02
201543(B)002	61.64	18.07	11.00	91.32	96.81	90.90	490.36	4.01	17.15	3.67	1.25	2.80
201543(B)003	60.55	17.92	10.85	82.96	98.05	82.15	659.75	4.15	23.02	4.08	0.11	3.16
201543(B)004	65.02	17.99	11.31	104.06	88.96	93.86	459.45	5.68	18.10	0.16	18.10	1.56
201543(B)005	64.73	17.87	11.51	103.62	96.76	100.58	438.28	4.12	15.28	0.14	0.62	0.26
201543(B)006	61.95	17.69	10.85	97.33	96.23	94.76	505.56	5.10	19.04	0.51	0.22	0.22
201543(B)007	54.84	19.13	10.56	74.25	103.14	78.76	1006.77	1.30	26.47	10.47	0.98	7.76
201543(B)008	64.80	19.91	12.86	95.63	105.48	105.00	493.22	0.35	10.74	1.98	2.99	2.22
201543(B)009	68.21	18.63	12.87	94.57	99.39	94.70	518.52	3.08	15.25	7.77	1.76	9.71
201543(B)010	57.02	17.47	10.07	84.39	91.56	82.37	639.94	6.87	23.14	2.56	3.90	1.39
201543(B)011	54.56	18.48	10.09	79.45	92.71	86.35	848.37	5.01	23.38	4.49	14.67	1.09
201543(B)012	66.85	19.79	13.36	105.99	103.10	115.12	412.62	1.16	7.29	0.08	5.86	0.92
201543(B)013	56.78	17.11	9.80	85.31	90.20	75.91	750.23	7.96	29.33	0.84	2.79	1.82
201543(B)014	62.79	18.12	11.43	90.53	98.46	92.67	440.84	4.06	14.81	3.82	0.36	2.34
201543(B)015	52.60	18.70	9.72	76.37	100.14	79.86	809.82	2.33	25.46	1.55	1.56	1.46
201543(B)016	58.55	19.40	11.46	89.34	106.08	96.05	728.61	1.14	18.32	1.75	0.10	1.24
201543(B)017	60.78	16.47	9.86	83.25	82.22	73.40	562.52	11.94	29.45	2.97	10.05	2.70
201543(B)018	57.74	16.63	9.76	78.37	86.76	68.91	660.82	10.04	28.43	2.45	4.01	2.71
201543(B)019	63.35	19.14	12.15	81.85	102.79	84.06	780.19	1.79	21.35	15.91	1.32	15.76
201543(B)020	69.53	18.14	12.73	103.94	97.50	102.38	388.22	3.27	11.17	1.80	1.28	2.81
CMSXS 646	50.70	18.48	9.52	65.17	98.81	65.44	1082.10	3.60	34.93	5.42	1.48	6.27
CMSXS647	63.31	16.19	10.09	98.18	85.41	89.48	525.05	10.18	24.79	0.61	3.07	0.13
BRS 508	55.97	19.36	10.82	85.49	105.61	90.67	700.67	1.25	18.23	1.67	0.15	1.82
BRS 511	64.35	18.56	11.99	99.99	98.29	99.52	471.61	2.55	13.37	0.48	2.80	1.12
CV198	83.66	16.30	14.11	106.93	80.19	86.52	107.67	12.87	10.58	22.89	16.83	26.69

## Micronutrientes acumulados, na safra e rebrota, em plantas de sorgo forrageiro.

**Lorena Martins Brandão**<sup>(1)</sup>; **Iran Dias Borges**<sup>(2)</sup>; **Antônio Augusto Nogueira Franco**<sup>(3)</sup>; **Elaine Cristina Teixeira**<sup>(4)</sup>; **Ana Lúcia Lara Lanza**<sup>(5)</sup>; **Júnia de Paula Lara**<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; Sete Lagoas; Minas Gerais; [lmartinsbrandao@yahoo.com.br](mailto:lmartinsbrandao@yahoo.com.br);

<sup>(2)</sup> Professor Dr; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(3)</sup> Doutorando; Universidade Estadual de Montes Claros;

<sup>(4)</sup> Professora Instituto Federal Baiano; <sup>(5)</sup> Mestranda; Universidade Federal de São João del-Rei; <sup>(6)</sup> Mestranda;

Universidade Federal de São João del-Rei.

**RESUMO:** A implantação e condução do experimento ocorreu na fazenda experimental UNIMONTES, Janaúba – MG, utilizando o sorgo forrageiro BRS 610 com objetivo de determinar o acúmulo de micronutrientes durante o ciclo da planta na safra e na rebrota. Utilizaram-se, em cada época de condução, o delineamento DBC com quatro repetições, sendo os tratamentos estádios fenológicos (T1 = 3 folhas; T2 = 5 folhas; T3 = 7 folhas; T4 = Diferenciação floral; T5 = 80% Área foliar; T6 = Todas as Folhas totalmente expandidas ; T7 = antese; T8 = Grãos leitosos/pastosos e T9 = maturidade). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), se aplicou o teste de Scott-Knott (5%) com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Após a coleta, o material foi separado em caule, folhas, grãos e panículas. Depois, realizou-se as determinações químicas dos nutrientes. De maneira geral o acúmulo de micronutrientes em plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota é muito lento nos estádios iniciais e máximos no final do ciclo. Até a fase inicial da diferenciação do primórdio floral que corresponde a Etapa de Crescimento 2 (EC2), o acúmulo de micronutrientes na safra e na rebrota da safra tem valores semelhantes.

**Termos de indexação:** fertilização, marcha de absorção, forragem, *Sorghum bicolor* L.

### INTRODUÇÃO

A planta de sorgo tem características de rusticidade e se destaca pela elevada produção de biomassa e tolerância ao déficit hídrico tornando-a uma boa alternativa de diversificação agrícola em regiões de baixa pluviosidade.

Cultivares de sorgo altamente produtivas disponíveis no mercado têm informações de exigências nutricionais desconhecidas e variáveis. Assim, é essencial ter conhecimento de quais nutrientes a planta necessita, da quantidade e do

momento exato do fornecimento para que o material genético possa expressar seu maior potencial produtivo.

A necessidade nutricional do sorgo pode ser determinada pelo acúmulo total de nutrientes absorvidos pela planta. Conhecer essa quantidade permite determinar o quanto de nutrientes serão exportados em função da colheita da forragem, uma vez que a planta inteira é retirada antes de completar seu ciclo, portanto, o sorgo tem recomendações de adubação específicas considerando suas exigências e sua fisiologia.

Mesmo com os avanços obtidos com o melhoramento genético e do lançamento de cultivares de elevado potencial de produção, o benefício para o agricultor acaba restringido por circunstâncias técnicas ou edofoclimáticas. O fato é que grande parte dos relatos disponíveis de experiências de produção de sorgo em condições ambientais favoráveis datam de décadas atrás e, obviamente, não refletem os ganhos que podem advir da associação de uma cultivar moderna com fatores edafoclimáticos e de manejo otimizados.

Por conseguinte, estudos atuais a respeito da marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca para híbridos desenvolvidos recentemente podem revelar outras épocas e quantidades requeridas de nutrientes, diferentemente daquelas determinadas anteriormente (Rezende et al., 2009). O objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de micronutrientes no híbrido simples de sorgo forrageiro BRS 610 em duas épocas: safra e rebrota.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primavera-verão em condições de campo, na fazenda experimental da UNIMONTES no município de Janaúba – MG sob sistema convencional de cultivo. O solo da área



experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco argilosa.

Anteriormente ao plantio do sorgo, foi cultivado o feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L.

Foi utilizado o híbrido de sorgo BRS 610 forrageiro de ciclo semi-precoce, porte alto, grãos avermelhados, sem tanino com densidade de 140.000 pl ha<sup>-1</sup> que apresentam comprovada adaptação às condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais, sendo o mesmo também representativo do híbrido de alta expectativa de produção de forragem de sorgo em outras regiões do Brasil.

Utilizaram-se duas épocas de condução sendo a safra e outra a rebrota da safra onde os tratamentos foram os estádios fenológicos (T1 = 3 folhas totalmente expandidas; T2 = 5 folhas totalmente expandidas; T3 = 7 folhas totalmente expandidas; T4 = Diferenciação primórdio floral; T5 = 80% Área foliar total/pré-emergência da panícula; T6 = Todas as folhas totalmente expandidas; T7 = Liberação de pólen nas panículas; T8 = Grão leitoso/pastoso; T9 = Camada negra no grão).

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de plantio, espaçadas entre si a 0,6 m, com 5 m de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas para efeito de coleta dos dados.

Na adubação de plantio utilizaram-se 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 04:30:10 mais 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Foram realizadas três adubações de cobertura, na primeira as plantas se encontravam com 4-5 folhas e foi aplicado 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, na segunda as plantas se encontravam com 6-7 folhas aplicando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 30:00:20, e na terceira as plantas se encontravam com 8 folhas aplicando 300 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.

As plantas colhidas em cada parcela foram cortadas rente ao solo e transportadas, em feixe, para o galpão de Grandes Culturas da UNIMONTES. O material foi separado em partes: Caule, folhas, grãos e panícula. Retiraram-se amostras de cada parte da planta que, em seguida foram lavadas em água corrente, água destilada, secas em estufa a 65 °C até peso constante, determinada a matéria seca e moídas.

Por meio da mistura de ácidos nítrico-perclórico foram determinados os teores de P por colorimetria e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

O acúmulo de cada nutriente foi calculado em cada parte da planta por meio da relação do teor de nutrientes nas mesmas pela matéria seca de cada parte.

A irrigação foi utilizada quando necessário.

O delineamento utilizado foi em blocos

casualizados com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Scott-Knott (5 %) com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral o acúmulo de micronutrientes em plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota é muito lento nos estádios iniciais e máximos no final do ciclo.

Até a fase inicial da diferenciação do primórdio floral (EC2), o acúmulo de micronutrientes na safra e na rebrota da safra tem valores semelhantes.

O acúmulo de Fe na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até cerca de 80% da área foliar total, a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 1**).

Os máximos valores são obtidos no final do ciclo, sendo que nos estádios iniciais (até a quinta folha) esse acúmulo é muito lento (**Tabela 1**).

Borin et al., (2010) observaram um acúmulo de Fe crescente até os 81 DAE com máximo valor de 1,59 kg ha<sup>-1</sup> estudando plantas de milho

**Tabela 1** – Valores para acúmulo de Fe na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	7,27 Ea	12,30 Ca	9,78 E
2	47,87 Ea	129,00 Ba	88,43 E
3	168,27 Da	195,85 Ba	182,06 D
4	282,70 Da	225,07 Ba	253,88 D
5	399,27 Ca	299,62 Aa	349,45 C
6	638,15 Ba	355,32 Ab	496,73 B
7	618,85 Ba	402,60 Ab	510,72 B
8	616,02 Ba	435,92 Ab	525,97 B
9	767,35 Aa	497,80 Ab	632,57 A
Média	393,975 a	283,722 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Zn na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da diferenciação do

primórdio floral (EC1), a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 2**).

Em trabalho com milho, Borin et al., (2010) também observaram que o acúmulo de Zn foi crescente até os 81 DAE.

**Tabela 2** – Valores para acúmulo de Zn na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	0,85 Ea	1,22 Ca	1,03 F
2	5,72 Ea	11,67 Ca	8,70 F
3	13,42 Ea	22,27 Ca	17,85 F
4	55,60 Da	22,27 Ca	38,93 E
5	111,75 Ca	37,15 Cb	74,45 D
6	135,72 Ca	66,62 Bb	101,17 C
7	166,32 Ba	89,95 Bb	126,48 B
8	157,87 Ba	95,10 Bb	128,13 B
9	201,20 Aa	150,87 Ab	176,03 A
Média	94,27 a	55,23 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Cu na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da diferenciação do primórdio floral (EC1), a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 3**).

Andrade (1975) observou um máximo acúmulo de Cu ocorrendo em torno de 100 DAE em estudos feitos com milho.

**Tabela 3** – Valores para acúmulo de Cu na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	0,37 Ea	0,55 Da	0,46 E
2	2,77 Ea	7,35 Da	5,06 E
3	6,97 Ea	14,15 Da	10,56 D
4	21,57 Da	14,10 Da	17,83 D
5	46,65 Ca	21,60 Cb	34,12 C
6	50,67 Ca	30,12 Cb	40,40 C
7	60,95 Ba	45,92 Bb	53,43 B
8	64,02 Ba	49,77 Bb	56,90 B

9	86,85 Aa	67,50 Ab	77,17 A
Média	37,87 a	27,89 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de Mn na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até o início da diferenciação do primórdio floral (EC1), a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 4**).

Ainda segundo Borin et al., (2010), o acúmulo de Mn foi crescente até os 81 DAE com valor máximo de 404,95 g ha<sup>-1</sup>, abaixo dos valores encontrados nas condições deste trabalho para sorgo forrageiro tanto na safra como na rebrota da safra.

**Tabela 4** – Valores para acúmulo de Mn na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	3,70 Fa	10,32 Da	7,01 F
2	24,50 Fa	79,47 Da	51,98 F
3	61,37 Fa	117,65 Da	89,51 F
4	254,27 Ea	118,00 Da	186,13 E
5	529,12 Da	179,10 Db	354,11 D
6	861,80 Ca	311,70 Cb	586,75 C
7	826,52 Ca	366,50 Cb	596,51 C
8	1079,12 Ba	535,52 Bb	807,32 B
9	1293,10 Aa	792,05 Ab	1042,57 A
Média	548,16 a	278,92 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

O acúmulo de B na parte aérea da planta de sorgo forrageiro na safra e na rebrota da safra é semelhante até cerca de 80% da área foliar total, a partir de quando esse acúmulo é sempre maior na safra que na rebrota (**Tabela 5**).

Borin et al., (2010) observaram que o acúmulo de Cu na parte aérea em plantas de milho foi crescente até os 81 DAE.

Em estudo com milho, Borges et al., (2009), observaram um baixo acúmulo dos micronutrientes B, Cu, Mn e Zn na fase inicial das plantas com valores máximos acumulados a partir dos 100 DAE.

**Tabela 5** – Valores para acúmulo de B na parte aérea de plantas de sorgo forrageiro em função dos estádios fenológicos da cultura.

Época de Corte	SAFRA	REBROTA	Média
1	0,67 Ea	2,67 Da	1,67 F
2	3,75 Ea	22,67 Da	13,21 F
3	11,15 Ea	30,30 Da	20,72 F
4	25,10 Ea	37,15 Da	31,12 F
5	53,52 Da	42,12 Da	47,82 E
6	108,97 Ca	52,27 Cb	80,62 D
7	129,82 Ca	83,00 Cb	106,41 C
8	161,67 Ba	137,10 Ba	149,38 B
9	255,07 Aa	204,82 Ab	229,95 A
Média	83,30 a	68,01 b	

Médias com as mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

Médias com as mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%.

## CONCLUSÕES

De maneira geral o acúmulo de micronutrientes em plantas de sorgo forrageiro, tanto na safra como na rebrota é muito lento nos estádios iniciais e máximos no final do ciclo.

Até a fase inicial da diferenciação do primórdio floral (EC2), o acúmulo de micronutrientes na safra e na rebrota da safra tem valores semelhantes.

## AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa e bolsas.  
Ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal da Unimontes pela parceria.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. G.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). II. Acumulação de macronutrientes. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v. 32, p. 150-172, 1975b.

BORGES, I. D.; VON PINHO, R. G.; PEREIRA, J. L. A. R. Acúmulo de micronutrientes em híbridos de milho em diferentes estádios de desenvolvimento. Ciência e Agrotecnologia. v. 33, n. 4. Lavras, 2009.

BORIN, A. L. D.; LANA, R. Q.; PEREIRA, H. S. P. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes no

milho doce cultivado em condições de campo. Ciência e Agrotecnologia. v. 34. Lavras, Dez/2010.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

RESENDE A. V. de; COELHO, A. M., RODRIGUES, J. A. S. Adubação maximiza o potencial produtivo de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa, 2009, p. 8. Circular Técnica, 119.



## **XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**

**"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"**

---



## **Milho, Sorgo, Milheto e Outras Culturas São Inefetivas no Aproveitamento de Nutrientes das Rochas Fosforito e Glauconita**

**José Paulo Costa Ferreira<sup>(1)</sup>; Álvaro Vilela de Resende<sup>(2)</sup>; Luís Artur Batista de Andrade<sup>(1)</sup>; Eduardo de Paula Simão<sup>(3)</sup>; Geslin Mars<sup>(4)</sup>; Aarón Martínez Gutiérrez<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup>Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ; Sete Lagoas, MG; zepaulo\_prados@hotmail.com; <sup>(2)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; alvaro.resende@embrapa.br; <sup>(3)</sup>Doutorando em Fitotecnia; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, MG; <sup>(4)</sup>Mestrando em Ciência do Solo; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; <sup>(5)</sup> Mestrando Ciências Agrárias; UFSJ.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade de crescimento inicial e de absorção de fósforo (P) e potássio (K) pelo milho, sorgo e milheto, em relação a outras culturas, quando adubados com as rochas fosforito e glauconita. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG, e consistiu de um fatorial 3 x 8 (3 tratamentos de adubação x 8 espécies vegetais). As adubações comparadas foram: rochas fosforito como fonte de P e glauconita como fonte de K, além de um tratamento com fontes solúveis. Foram estudadas as seguintes culturas: milho, milheto, sorgo biomassa, sorgo granífero, braquiária, feijão, soja e crotalária. Avaliou-se a produção massa seca de parte aérea e a acumulação de P e K pelas plantas. A adubação com fosforito e glauconita moídos tem efeito nulo sobre o crescimento inicial e a absorção desses nutrientes pelas culturas. As gramíneas apresentam maior potencial de desenvolvimento inicial e acúmulo de P e K do que as leguminosas.

**Termos de indexação:** Fertilizantes alternativos, agrominerais, rochagem, adubação.

## INTRODUÇÃO

Para que as plantas expressem seu potencial produtivo é necessário atender às suas exigências nutricionais, o que requer o uso constante de fertilizantes nos solos agrícolas brasileiros. Desse modo, as aplicações de adubos têm aumentado continuamente. Um grande gargalo é que a produção brasileira não consegue suprir as necessidades de fósforo e, principalmente de potássio, exigidas para a adubação das culturas (DNPM, 2014). Além disso, há previsão de custos crescentes de produção das culturas, tendo em vista a alta nos preços de insumos agrícolas. Portanto, é justificada a necessidade de estudos que disponibilizem informações sobre fontes alternativas aos fertilizantes convencionais e que sejam relativamente mais acessíveis aos produtores.

A utilização de rochas moídas fosfatadas e potássicas está ligada à filosofia de um manejo mais sustentável dos solos, com redução da dependência de fertilizantes industrializados. Nesse contexto, a viabilização do uso de potenciais fontes de nutrientes disponíveis no Brasil, incluindo as de menor solubilidade, permitiria reduzir os gastos com a importação de fertilizantes, favorecendo o mercado interno, além de promover um efeito residual no solo para os cultivos seguintes.

A solubilidade normalmente baixa das rochas aplicadas ao solo sem nenhum outro tratamento além da cominuição cria resistências na difusão do seu uso em larga escala na agricultura. Por isso, é importante identificar processos físicos, químicos ou biológicos para favorecer a liberação dos nutrientes de interesse (Cola & Simão, 2012). Um fator importante diz respeito à introdução, no sistema de cultivo, de espécies vegetais que apresentem maior habilidade na absorção dos nutrientes presentes nesses minerais de baixa solubilidade, minimizando a necessidade de algum processamento adicional das rochas moídas.

Este trabalho teve como objetivo verificar a capacidade de crescimento inicial e de absorção de fósforo (P) e potássio (K) pelo milho, sorgo e milheto, em relação a outras culturas, quando adubados com as rochas fosforito e glauconita.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG. Foi utilizado material de um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso, coletado em área de cerrado, apresentando os seguintes atributos iniciais: argila =  $710 \text{ g kg}^{-1}$ ; matéria orgânica =  $3,1 \text{ dag kg}^{-1}$ ; pH água = 4,9; P =  $1 \text{ mg dm}^{-3}$ ; K =  $31 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Ca =  $0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg =  $0,06 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; e H+Al =  $8,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, num fatorial 3 x 8 (3 tratamentos de adubação x 8 espécies vegetais). O solo de cada vaso com capacidade para 5,5 kg foi condicionado com utilização de uma mistura de  $\text{CaCO}_3 + \text{MgO}$ , além de fontes de nutrientes definidas conforme os tratamentos de adubação. Adubações utilizando as rochas fosforito (20,0% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  total) como fonte de P e glauconita (9,8% de  $\text{K}_2\text{O}$  total) como fonte de K foram comparadas a um tratamento “completo” com adubação combinando fontes solúveis na forma de reagentes p.a. (Tabela 1). Nos tratamentos em que se utilizaram as rochas, os nutrientes não alvos foram fornecidos em formas solúveis, nas mesmas quantidades do tratamento completo.

**Tabela 1** – Composição dos tratamentos.

Fontes	Tratamentos		
	Completo	Fosforito	Glauconita
Calcário	+	+	+
MAP	+	-	+
KCl	+	+	-
Micronutrientes	+	+	+
Nitrato amônio	-	+	-
Fosforito	-	+	-
Glauconita	-	-	+

- As rochas fosforito e glauconita moídas foram consideradas unicamente como fontes de P e K, respectivamente, sendo os demais nutrientes desses dois tratamentos fornecidos a partir de fontes solúveis.

- Calcário: mistura  $\text{CaCO}_3 + \text{MgO}$  (reagentes p.a.) para elevar a saturação por bases (V) a 70%.

- Total de nutrientes aplicados na adubação de base de todos os tratamentos: 100; 250; 200; 33; 0,5; 2; 3; 5 e 0,25 mg kg<sup>-1</sup> de N, P, K, S, B, Cu, Mn, Zn e Mo, respectivamente.
- Total de N em cobertura: 200 mg kg<sup>-1</sup> para as espécies gramíneas e 100 mg kg<sup>-1</sup> para o feijoeiro.

Foram avaliadas as seguintes culturas: milho Pioneer 30F53 YHR, milheto CMS 01, sorgo biomassa BRS 716, sorgo granífero BRS 330, feijão carioca cv. Pérola, soja BRS 7380 RR, crotalária *spectabilis*, e braquiária *ruziziensis*. Após 82 dias de incubação do solo com os tratamentos de adubação, as espécies foram semeadas, mantendo-se quatro plantas por vaso por meio de desbaste. As gramíneas e o feijoeiro receberam adubação nitrogenada em cobertura. Aos 36 dias após o plantio, a parte aérea das plantas foi colhida e colocada em estufa a 65 °C para a determinação da massa seca. Amostras foram moídas para análises químicas de determinação dos teores de P e K nos tecidos segundo Silva (2009), e posterior cálculo do acúmulo de P e K pelas plantas.

Os resultados de produção de biomassa e acúmulo de nutrientes foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2011). Para representação gráfica, os dados foram relativizados, tomando-se o milho no tratamento completo com fontes solúveis como cultura de referência (100%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

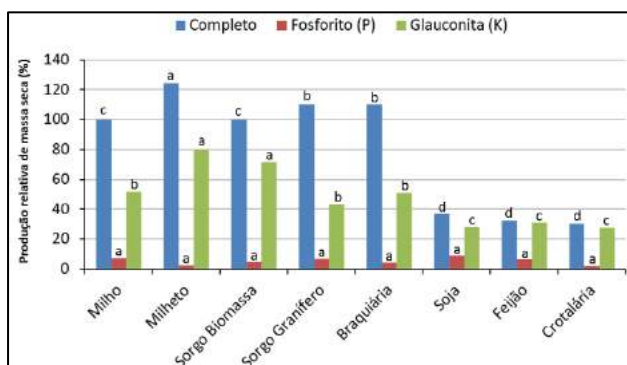
Todas as variáveis avaliadas evidenciaram a ocorrência de efeitos significativos dos tratamentos de adubação, das espécies cultivadas, e da interação desses fatores.

Para a produção de massa seca, a adubação com fosforito como fonte de P foi o tratamento mais limitante ao desenvolvimento das culturas. Embora em menor magnitude, a adubação utilizando glauconita como fonte de K também restringiu o crescimento das plantas comparativamente ao tratamento completo com fontes solúveis, sobretudo no caso das gramíneas (Figura 1). Os padrões de resposta observados comprovam que essas rochas aplicadas *in natura* não constituem fontes viáveis para o pleno atendimento dos requerimentos nutricionais das espécies vegetais avaliadas.

Em princípio, tem-se a impressão de que a glauconita proporcionou melhor crescimento das culturas do que o fosforito, por haver liberação do K contido naquela rocha, o que, todavia, não ocorreu na realidade. É importante compreender que a baixa disponibilidade natural de P representa limitação primária ao desenvolvimento de plantas em solos de cerrado, restringindo drasticamente o potencial produtivo das culturas em geral (Sousa & Lobato, 2004). Em contraste, a reserva de K disponível naturalmente no solo utilizado (31 mg dm<sup>-3</sup>), juntamente com a contribuição de formas não trocáveis pode garantir desenvolvimento satisfatório das lavouras nos primeiros cultivos (Oliveira et al., 2013). Essas diferenças típicas entre os dois nutrientes em solos de cerrado explica as respostas muito distintas de produção de biomassa quando se utilizou o fosforito ou a glauconita compondo a adubação de base. Na verdade, a disponibilidade original de K não era tão limitante quanto a de P.

A baixa solubilidade das rochas avaliadas não permite taxas de liberação de P e K compatíveis com a demanda das culturas. Não obstante, verifica-se a existência de diferenças quanto à capacidade das espécies vegetais se desenvolverem em cada tratamento de adubação (Figura 1). As gramíneas, em especial o milheto, o sorgo granífero e a braquiária foram as culturas mais responsivas ao tratamento completo com fontes solúveis, superando significativamente o milho, que foi usado como espécie de referência. Ao se utilizar a adubação com glauconita, o milheto e o sorgo biomassa apresentaram maior conversão de biomassa, o que denota que essas culturas seriam mais eficientes em aproveitar o K do solo e/ou derivado da rocha. Já no caso da adubação com fosforito, nenhuma cultura se destacou e todas tiveram o crescimento muito comprometido pela deficiência de P.



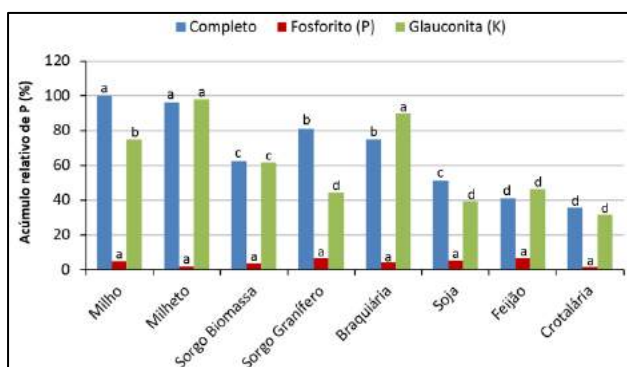


**Figura 1** – Produção relativa de massa seca das culturas em resposta à adubação com as rochas fosforito e glauconita. Para cada tratamento de adubação, letras iguais entre as espécies indicam que as médias absolutas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%.

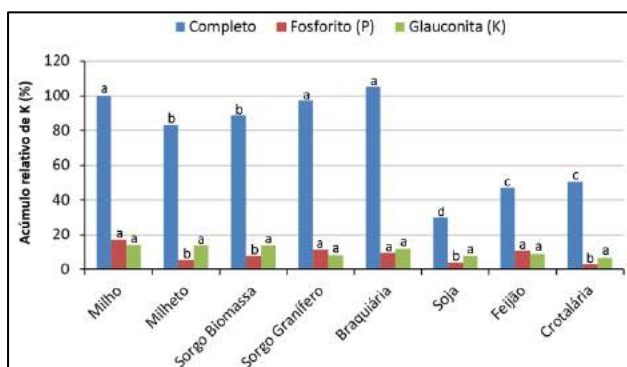
Ao se observar a capacidade relativa das culturas em absorver P e K nos tratamentos utilizando rochas, confirma-se que o fosforito não disponibilizou P (Figura 2), assim como a glauconita não liberou K (Figura 3), e nenhuma cultura exibiu habilidade diferenciada para aproveitar tais nutrientes contidos nessas rochas.

Quando o K foi aplicado na forma de glauconita, o milheto e a braquiária ainda foram capazes de acumular P em quantidades superiores às demais espécies (Figura 2). Expressaram, portanto, maior plasticidade fisiológica ao crescer com suprimento subótimo de K, sem prejuízo à absorção de P em relação ao tratamento completo, e alcançando acúmulo estatisticamente igual ao obtido para o milho adubado com fontes solúveis (referência).

Numa interpretação conjunta dos resultados, constata-se que aplicações de fosforito e glauconita, respectivamente como fontes de P e K, não promovem crescimento inicial normal de nenhuma das culturas testadas. Todavia, existem diferenças entre as espécies quanto ao potencial de produção de biomassa, ao acúmulo de P e K na parte aérea, e à eficiência de uso do K nativo do solo. Nesse aspecto, enfatiza-se o diferencial do milheto e da braquiária como plantas mais robustas, qualificando-as como especialmente aptas para a produção de palhada e ciclagem de nutrientes. Em posição intermediária, situam-se o milho, o sorgo granífero e o sorgo biomassa. As leguminosas soja, feijão e crotalária tenderam a apresentar comportamento semelhante entre si, com taxas de desenvolvimento e absorção de nutrientes significativamente menores em relação ao grupo das gramíneas.



**Figura 2** – Acúmulo relativo de P pelas culturas em resposta à adubação com as rochas fosforito e glauconita. Para cada tratamento de adubação, letras iguais entre as espécies indicam que as médias absolutas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%.



**Figura 3** – Acúmulo relativo de K pelas culturas em resposta à adubação com as rochas fosforito e glauconita. Para cada tratamento de adubação, letras iguais entre as espécies indicam que as médias absolutas não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5%.

### CONCLUSÕES

A aplicação de fosforito e glauconita como fontes de P e K, respectivamente, tem efeito nulo sobre o crescimento inicial e a absorção desses nutrientes pelo milho, sorgo, milheto e outras culturas.

As gramíneas apresentam maior potencial de desenvolvimento inicial e acúmulo de P e K do que as leguminosas.

### AGRADECIMENTOS

À Fapemig, pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de estudo. Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo.

### REFERÊNCIAS

COLA, G. P. A.; SIMÃO, J. B. P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. ISSN 1981-8203, 2012.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039- 1042, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F. A. de; JORDÃO, L. T. Adubação potássica da soja: cuidados no balanço de nutrientes. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 143, p. 1-10, 2013.

SILVA, F.C. da. (Ed.). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

## MONITORAMENTO DO ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM ÁREA DE CERRADO DE MINAS GERAIS

Maria Celuta Machado Viana<sup>(1)</sup>; Francisco Morel Freire<sup>(2)</sup>; Ramon Costa Alvarenga<sup>(3)</sup>; Domingos Sávio Queiroz<sup>(4)</sup>; Matheus Henrique Costa de Paula<sup>(5)</sup>; Igor Franco Rezende<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup>Pesquisadora Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG Centro Oeste, Prudente de Morais, MG, [mcv@epamig.br](mailto:mcv@epamig.br), bolsista FAPEMIG; <sup>(2)</sup>Pesquisador EPAMIG Centro Oeste, <sup>(3)</sup>Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(4)</sup>Pesquisador EPAMIG Sudeste <sup>(5)</sup>Bolsista PIBIC/ FAPEMIG; <sup>(6)</sup>Bolsista PIBIC/ FAPEMIG.

**RESUMO:** O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) tem demonstrado ser uma alternativa para aumentar o estoque de carbono no solo, contribuindo para mitigar a emissão de gases de efeito estufa. Este trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes arranjos estruturais de eucalipto, do local e profundidade de amostragem do solo sobre o teor e o estoque de carbono total do solo, sete anos após a implantação de um sistema de ILPF em área de cerrado de Minas Gerais. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas sub-subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídos os arranjos estruturais para o eucalipto em linhas duplas: (3 x 2) + 20 m e (2 x 2) + 9 m, e em linha simples: 9 x 2 m. As subparcelas constaram dos locais de amostragem do solo, sob a copa do eucalipto (1m de distância do tronco) e no centro da parcela (entre os renques). As sub-subparcelas corresponderam as profundidades de amostragem do solo de 0-20 e 20-40 cm. Sete anos após a implantação do sistema o teor e a quantidade de carbono orgânico total no solo foram determinados. Não foram observadas diferenças entre os arranjos de eucalipto e o local de amostragem para os teores de carbono (C) e para as quantidades de carbono orgânico total (COT) no solo. Valores mais elevados de carbono foram obtidos na camada de 0 a 20 cm em função de teores mais elevados de matéria orgânica encontrados nesta profundidade, proveniente principalmente da decomposição da serrapilheira

**Termos de indexação:** sequestro de carbono, sistema agrossilvipastoril, ciclagem.

### INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção animal no Brasil são constantemente apontados como responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa (metano), e pelas alterações geradas pela derrubada de vegetação natural para implantação de pastagens. Uma alternativa viável para a produção animal sustentável se baseia nos sistemas integrados onde o pasto pode ser consorciado com a lavoura e árvores. O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) tem demonstrado ser uma alternativa para aumentar o estoque de carbono no solo, contribuindo para mitigar a emissão de gases de efeito estufa. Nestes sistemas, a existência de uma maior diversidade de raízes e maior produção de biomassa das espécies anuais, pastagens e florestas podem contribuir para aumentar os estoques de carbono no solo.

A preservação e/ou aporte de material vegetal sobre a superfície do solo, assim como a redução do seu revolvimento, são estratégias utilizadas para aumentar o armazenamento de carbono no solo, melhorando a sua qualidade, além de beneficiar a qualidade ambiental. A qualidade do solo é avaliada a partir de alguns indicadores, sendo o principal, a quantidade de matéria orgânica presente no solo (MOS). Esta quantidade de MOS varia de acordo com alguns fatores como entrada de material orgânico no sistema, velocidade em que este material orgânico é mineralizado, textura do solo e clima. Estes fatores interagem entre si, de forma que a MOS tende ao equilíbrio em áreas de vegetação nativa (Khorramdel et al., 2013). Em

sistemas agrícolas, com intensa movimentação de solo, podem ocorrer interferências significativas nos estoques de MOS, podendo reduzir, manter ou aumentar estes estoques em relação à área de vegetação nativa (Corazza et al., 1999; Bayer et al., 2000; Liu et al., 2003; Khorrarnadel et al., 2013).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes arranjos estruturais de eucalipto, do local e profundidade de amostragem do solo sobre o teor e o estoque de carbono total do solo, em um sistema de ILPF implantado em área de cerrado de Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Santa Rita/EPAMIG, Prudente de Moraes-MG, localizado a 19°27'15" S, 44°09'11" W e 732 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa (Embrapa, 1999)

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas sub-subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídos os arranjos estruturais para o eucalipto em linhas duplas: (3 x 2) + 20 m e (2 x 2) + 9 m, e em linha simples: 9 x 2 m. As subparcelas constaram dos locais de amostragem do solo, sob a copa do eucalipto (1m de distância do tronco) e no centro da parcela (entre os renques). As sub-subparcela corresponderam às profundidades de amostragem do solo de 0-20 e 20-40 cm. Para avaliar o efeito da profundidade de amostragem no conteúdo de carbono no solo e com o intuito de atender aos critérios estatísticos, estas foram casualizadas nas parcelas. Na implantação do sistema em 2008 foi realizada a aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico e o preparo convencional do solo por meio de uma aração e duas gradagens. Uma subsolagem foi feita nas linhas de plantio do eucalipto, com aplicação concomitante de 796 kg/ha de fosfato natural reativo (Gafsa). O plantio do eucalipto foi realizado em junho de 2008, com utilização de gel hidratado na cova. A adubação de plantio foi feita utilizando na cova 150 g do formulado NPK 10-28-10 com 0,3% de B e 0,5% de Zn. Nos primeiros três anos, entre as leiras de eucalipto o milho (cultivar BRS 3060) foi semeado consorciado com o capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk). As adubações de plantio e cobertura do milho consistiram respectivamente de 350 kg/ha do formulado 08-28-16 + Zn e 100 kg/ha de N, como uréia, parcelado em duas aplicações. As amostragens de solo para determinação dos teores de COT foram realizadas em 2015, sete anos após a implantação do sistema de ILPF.

Para determinação dos teores de C orgânico, as amostras de solo foram analisadas de acordo com a metodologia descrita por Silva (2009). Os estoques de C orgânico foram calculados considerando as camadas de solo (Bayer et al., 2000) e as massas equivalentes de solo (Ellert & Bettany, 1995), utilizando o valor de densidade do solo (DS) igual a 1.

Além disto, visando comparar o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com outros ambientes, o solo foi também amostrado em área contígua de pastagem a pleno sol, em área de plantio convencional de eucalipto (3 x 3 m) e em um estrato nativo de cerrado

Os dados no sistema de ILPF foram submetidos à análise de variância e os valores médios comparados pelo teste de Tukey a 5 %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças entre os arranjos de eucalipto e o local de amostragem para os teores de carbono (C) e para as quantidades de carbono orgânico total (COT) no solo (Tabela 1). Os maiores teores e quantidades de COT foram observados nos primeiros 20 cm. Isto ocorre em função de teores mais elevados de matéria orgânica encontrados nesta profundidade, proveniente principalmente da decomposição da serrapilheira. Pode-se observar redução tanto nos teores quanto nas quantidades de C na camada de 20 a 40 cm. Este padrão de comportamento foi observado aos 7 anos após a implantação do sistema. Resultados semelhantes foram observados por Caldeira et al. (2003) em povoamentos de *Acacia mearnsii*

Tabela 1 – Teor de carbono (%) e quantidade de carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm em diferentes arranjos de eucalipto no sistema de ILPF. CESR/EPAMIG. 2015

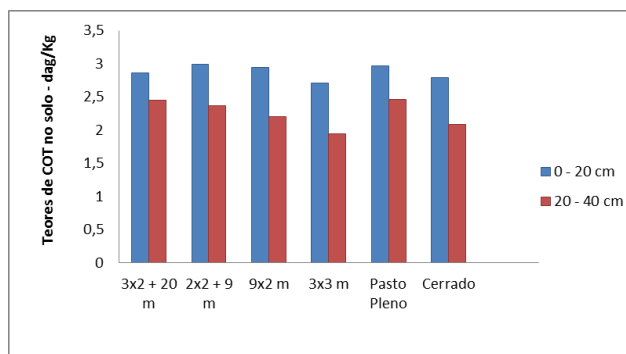
Camada (cm)	Arranjos de eucalipto		
	(3x2)+20 m	(2x2)+9 m	9 m
	<b>Teor de C (dag/kg)</b>		
0-20	2,86 a <sup>1</sup>	2,99 a	2,94 a
20-40	2,45 b	2,37 b	2,21 b
	<b>COT (t/ha)</b>		
0-20	57,26 a	59,80 a	58,75 a
20-40	43,67 b	47,40 b	44,17 b

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

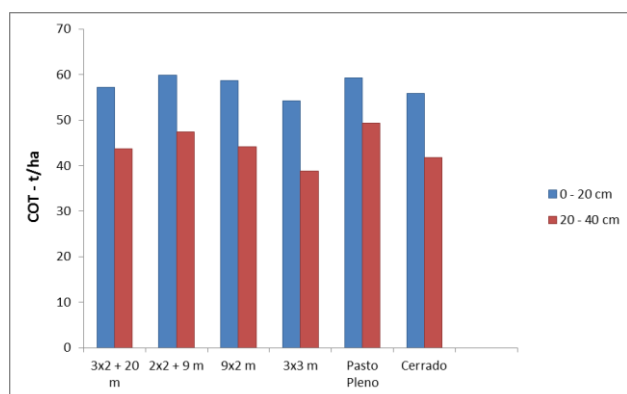
Ao se comparar o sistema de ILPF com os outros ambientes, observa-se o mesmo padrão de



comportamento, com maiores teores de carbono na camada de 0 a 20 cm (Figuras 1 e 2). Os maiores teores de COT no solo foram observados no pasto a pleno sol enquanto os menores teores foram determinados no solo sobre plantio convencional do eucalipto, no espaçamento 3 x 3 m



**Figura 1.** Teores de carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm em diferentes sistemas de manejo. CESR/EPAMIG. 2015



**Figura 2.** Quantidade de carbono orgânico total (COT) nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm em diferentes sistemas de manejo. CESR/EPAMIG. 2015.

## CONCLUSÕES

As camadas mais superficiais do solo apresentam maiores teores e quantidades de carbono orgânico total em relação às camadas mais profundas.

Os arranjos de eucalipto e o local de amostragem não influenciam os teores e os estoques de carbono orgânico total no solo.

O tempo de sete anos de implantação do sistema ILPF não é suficiente para evidenciar alterações no carbono orgânico total no solo.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelo financiamento da pesquisa e pelas bolsas concedidas. Ao FINEP e MAPA pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. EFEITO DE SISTEMAS DE PREPARO E DE CULTURA NA DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA E NA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, v.24, p.599-607, 2000.

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.425-432, 1999

ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 75, n. 4, p. 529-538, 1995

KHORRAMDEL, S.; KOOCHEKI, A.; MAHALLATI, M.N.; KHORASANI, R.; GHORBANI, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. **Soil & Tillage Research**, v.133, p.25-31, 2013.

LAL, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global. Science, v.304, p.1623, 2004.

SALTON, J.C. et al. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1349-1356, 2011

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed.rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.627 p





## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar”

---

## Monitoramento dos Efeitos do Calcário financiado pelo Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo do RS em Lavouras de Milho

**André Dabdab Abichequer<sup>(1)</sup>; Rivaldo Albino Dhein**<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador em Ciência do Solo; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO); Porto Alegre, RS; [andre-abichequer@fepagro.rs.gov.br](mailto:andre-abichequer@fepagro.rs.gov.br)

<sup>(2)</sup> Engenheiro Agrônomo; Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação do Rio Grande do Sul; [rivaldo-dhein@agricultura.rs.gov.br](mailto:rivaldo-dhein@agricultura.rs.gov.br)

**RESUMO:** O monitoramento dos efeitos do calcário financiado pelo Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo do Rio Grande do Sul foi realizado com a finalidade de obter informações que permitam avaliar a eficácia da correção da acidez na melhoria do desempenho econômico dos produtores beneficiados. Os objetivos do monitoramento foram acompanhar as modificações das características químicas dos solos corrigidos e os rendimentos das culturas nas áreas onde ocorreu a calagem. O monitoramento foi realizado em 11 municípios e 44 propriedades, sendo neste trabalho considerados os resultados obtidos em 15 propriedades que cultivaram milho para grãos. Nestas propriedades foram coletadas amostras de solo nas áreas corrigidas e executadas as análises químicas, comparando-se com os resultados obtidos na análise anterior à calagem. A avaliação do rendimento das culturas foi realizada através de questionamento aos produtores no momento da coleta das amostras de solo. Os resultados das análises de solo mostraram que houve aumento do pH e da saturação por bases, além de redução da saturação por Al a níveis não prejudiciais às lavouras de milho. Os rendimentos do milho aumentaram em relação à safra anterior à calagem. Os resultados do monitoramento mostram que a aplicação do calcário financiado pelo Programa reduz a acidez e melhora a fertilidade do solo em diferentes municípios e tipos de solo, aumentando o rendimento das lavouras de milho dos produtores.

**Termos de indexação:** calagem, alumínio, fertilidade do solo.

### INTRODUÇÃO

O Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo do Rio Grande do Sul, instituído a partir de 2012 por meio de uma parceria entre Secretaria Estadual da Agricultura, Fepagro e Prefeituras Municipais, teve como objetivo estimular e difundir a correção da acidez do solo através da calagem nas pequenas propriedades familiares do Estado. Cerca de 14000 produtores em 140 municípios receberam calcário subsidiado pelo Estado para realizarem a correção da acidez.

O monitoramento dos efeitos do calcário financiado pelo Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo foi coordenado pela Fepagro, com o objetivo de obter informações que permitam avaliar a eficácia da correção da acidez na melhoria do desempenho econômico dos agricultores e pecuaristas familiares beneficiados. Este trabalho foi importante tanto no aspecto de acompanhamento da boa utilização de recursos públicos como para a obtenção de dados mais concretos e com grande amplitude de locais e tipos de solo sobre os efeitos do insumo calcário na agricultura e pecuária.

Os objetivos específicos do monitoramento foram:

- acompanhar as modificações das características químicas dos solos corrigidos durante o período de validade da calagem;
- avaliar os efeitos da aplicação de calcário sobre os rendimentos das culturas durante a validade da calagem.

### MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento foi realizado em onze

municípios selecionados pela Fepagro. Procurou-se contemplar as diferentes regiões abrangidas pelo Programa, proporcionalmente ao número de municípios participantes em cada Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE). Os municípios escolhidos constam na **tabela 1**.

**Tabela 1** - Municípios onde foi realizado o monitoramento dos efeitos do calcário financiado pelo Programa Estadual de Correção da Acidez do Solo.

Município	COREDE/Região Agroecológica
Ivorá	Central/Planalto Médio
Mato Leitão	Vale do Rio Pardo/Encosta Inferior da Serra do Nordeste Sul/Grandes Lagoas
Morro Redondo	Vale do Jaguari/ Missionária de Santo Ângelo e São Luiz Gonzaga
Santiago	Centro Sul/ Depressão Central
Sertão Santana	Alto da Serra do Botucaraí/Planalto Médio
Soledade	Vale do Rio Pardo/ Encosta Inferior da Serra do Nordeste
Segredo	Vale do Rio Pardo/ Planalto Médio
Tunas	Vale do Rio Pardo/ Encosta Inferior da Serra do Nordeste
Vale do Sol	Norte/ Planalto Médio
Viadutos	Jacuí Centro/Depressão Central
Vila Nova do Sul	

Foram selecionados pelas Prefeituras Municipais e pela Fepagro quatro produtores por município para ser realizado o monitoramento dos efeitos da calagem em suas propriedades. Inicialmente foi realizada pela Fepagro uma seleção com base nas análises de solo originais, que indicaram a dose de calcário a ser aplicada. Foram escolhidas áreas que apresentavam pH baixo e alumínio tóxico, mas não com uma necessidade de calagem tão alta que fosse necessário subdividir a aplicação de calcário em mais de um ano. Desta lista de cerca de 15 produtores, a Secretaria da Agricultura de cada município indicou quatro para a realização do monitoramento, considerando a facilidade de acesso à propriedade, interesse na execução da pesquisa em sua propriedade, cultivo de espécies de mais fácil avaliação de rendimento (como milho e soja) e que tivessem aplicado o calcário três ou mais meses antes do plantio, para haver tempo para a reação do corretivo no solo.

Foram acompanhados os rendimentos das culturas e a evolução das características químicas do solo nesses 11 municípios, ou seja, 44 propriedades. No caso deste trabalho, foram considerados os resultados obtidos em 15 propriedades que cultivaram milho para grãos, localizadas nos municípios de Vale do Sol, Mato Leitão, Vila Nova do Sul, Segredo, Sertão Santana, Santiago e Viadutos.

Nas propriedades monitoradas foi realizada coleta de amostras de solo para análise completa (macronutrientes e micronutrientes), conforme Tedesco et al. (1995). Foram coletadas amostras de solo pelos pesquisadores da Fepagro nas áreas onde foi aplicado o calcário, no período de dezembro de 2013 a outubro de 2014. Em áreas manejadas com plantio direto, as amostras foram coletadas na camada de 0 a 10 cm de profundidade. Nas áreas com preparo convencional, a amostragem foi realizada na camada de 0 a 20 cm. Durante a coleta das amostras de solo, foi aplicado um pequeno questionário técnico aos produtores, perguntando sobre a época de aplicação do calcário, tamanho da área corrigida, dose aplicada, sistema de preparo do solo e espécie cultivada. Foi acompanhada a evolução das características químicas do solo na área corrigida, com destaque para pH, Al, Ca, Mg e saturação por bases. Os resultados da área corrigida foram comparados com os obtidos na análise de solo original, que indicou a dose de calcário que foi aplicada.

A avaliação do rendimento das culturas foi realizada através de questionamento aos produtores no momento da coleta das amostras de solo. Foram obtidas informações sobre o rendimento da cultura na área a ser avaliada na safra anterior à calagem e na safra após a aplicação do calcário. Com base nas informações de rendimento das culturas, foi realizado o cálculo do aumento de receita do produtor com a realização da calagem.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise global dos resultados obtidos com as análises das amostras de solo coletadas nos sete municípios e 15 áreas cultivadas com milho monitoradas foi realizada separadamente para áreas que utilizam o sistema plantio direto, em que o calcário foi aplicado na superfície do solo, e para áreas cultivadas com preparo convencional ou com incorporação de calcário. Esta distinção é justificada porque o objetivo da correção da acidez do solo no plantio direto é atingir pH de 5,5 e corrigir a camada de 0 a 10 cm de profundidade, enquanto no preparo convencional o pH pretendido é de 6,0 (CQFS-RS/SC, 2004) e a correção é realizada até 20cm de profundidade, o que se reflete em aplicação de

maiores doses de calcário no preparo convencional.

No caso das 13 áreas cultivadas com preparo convencional ou cultivo mínimo com incorporação do calcário (**Tabela 2**), em média o pH do solo aumentou de 4,5 na análise original para 5,1 com a realização da calagem. Assim, apesar de ter havido redução da acidez do solo, não foi atingido o valor pretendido de 6,0 para o preparo convencional. Quanto aos teores de Ca e Mg no solo, nutrientes fornecidos com a aplicação do calcário, observou-se um aumento no caso do Ca, enquanto teor de Mg permaneceu quase estável em relação ao determinado antes da calagem. A diminuição da saturação por Al foi a melhoria mais notável nas áreas com preparo convencional, atingindo níveis não prejudiciais ao desenvolvimento e rendimento das culturas (saturação por Al menor do que 10%, conforme CQFS-RS/SC, 2004). A toxidez de Al prejudica o desenvolvimento das raízes das plantas, interferindo na divisão e alongamento celular, além de afetar a absorção de nutrientes, como o P (Tisdale et al., 1984; Tedesco & Bissani, 2004). Outra modificação positiva foi o aumento da saturação por bases com a calagem, indicando melhoria da fertilidade do solo, embora tenha atingido valor inferior ao nível considerado adequado para o preparo convencional, que é de 80% (CQFS-RS/SC, 2004).

**Tabela 2** - Características químicas do solo na análise original e após a calagem em áreas cultivadas com lavouras de milho em preparo de solo convencional (média de 13 áreas em seis municípios).

	análise original	após a calagem
pH	4,5	5,1
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,2	5,4
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,9	1,8
sat Al (%)	16,7	2,9
sat bases (%)	41,1	59,1

Obs.: sat Al: saturação da CTC efetiva por Al  
sat bases: saturação da CTC a pH 7,0 por bases

Foram monitoradas apenas duas áreas cultivadas com milho no sistema plantio direto, localizadas em Viadutos (**Tabela 3**). Nestas áreas observou-se que o pH do solo atingiu valor inclusive acima do pretendido, que era de 5,5, com a realização da calagem. Os resultados também mostraram um grande aumento dos teores de Ca e Mg em relação aos valores encontrados na análise original do solo. A toxidez de Al, indicada pela saturação por Al, foi eliminada com a aplicação de calcário, evitando prejuízos às plantas de milho. A saturação por bases foi mais que duplicada com a realização da calagem, indicando melhoria da

fertilidade do solo e atingindo nível superior ao considerado adequado para lavouras em sistema plantio direto, que é de 65%.

**Tabela 3** - Características químicas do solo na análise original e após a calagem em áreas cultivadas com lavouras de milho em plantio direto (média de duas áreas em um município).

	análise original	após a calagem
pH	4,8	5,9
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,0	12,2
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,5	5,9
sat Al (%)	17,4	0,0
sat bases (%)	35,5	80,9

Obs.: sat Al: saturação da CTC efetiva por Al  
sat bases: saturação da CTC a pH 7,0 por bases

Quanto aos rendimentos das culturas informados pelos produtores, observou-se um aumento médio do rendimento de grãos de milho nas 15 áreas avaliadas de 3861 kg ha<sup>-1</sup> na safra anterior à calagem para 5671 kg ha<sup>-1</sup> na safra posterior à calagem, representando um incremento de 46,9% (1810 kg ha<sup>-1</sup>). Pela cotação do milho de fevereiro de 2016 (EMATER/RS-ASCAR, 2016), o aumento obtido representou um acréscimo de renda de R\$ 1094,45 por hectare para o produtor.

## CONCLUSÕES

Os resultados do monitoramento mostram que a aplicação do calcário financiado pelo Programa reduz a acidez e melhora a fertilidade do solo em diferentes municípios e tipos de solo, aumentando o rendimento das lavouras de milho dos produtores.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fepagro e às Prefeituras Municipais pelo apoio na execução do monitoramento.

## REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400 p.

EMATER/RS-ASCAR. Acompanhamento de preços recebidos pelos produtores do Rio Grande do Sul. Disponível em [http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/precos/prec\\_o\\_26022016.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/precos/prec_o_26022016.pdf). Acesso em 2 de março de 2016.

TEDESCO, M.J.; BISSANI, C.A. Acidez do Solo e seus Efeitos nas Plantas. In: BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.;



TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fertilidade dos Solos e Manejo da Adubação de Culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 75-92.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de Solo, Plantas e outros Materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. Boletim Técnico, 5.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil Fertility and Fertilizers**. 4. ed. New York: Macmillian Publishing Company, 1984. 754 p.





# XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Produção de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fosfato

Crísia Santos de Abreu<sup>(1)</sup>; Eliane Aparecida Gomes<sup>(2)</sup>; Christiane Abreu de Oliveira<sup>(2)</sup>; José Edson Fontes Figueiredo<sup>(2)</sup>; Vera Lúcia dos Santos<sup>(3)</sup>; Ivanildo Evódio Marriel<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Doutoranda em Microbiologia; Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG; Belo Horizonte; Minas Gerais; crisiaabreu@gmail.com; <sup>(2)</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; <sup>(3)</sup> Professora da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG;

**RESUMO:** Bactérias solubilizadoras de fósforo (BSP) têm sido reconhecidas como uma estratégia alternativa para melhoria da aquisição de fósforo (P) por plantas a partir de mecanismos de biossolubilização do fosfato no solo pela produção de ácidos orgânicos. BSP endofíticas facultativas podem colonizar o tecido da planta e da rizosfera, bem como atuar em mecanismos adaptativos que favorecem a sua competição com outros microrganismos. Cinquenta e cinco bactérias previamente selecionadas como BSP endofíticas de milho eficientes na solubilização de P isoladas a partir da seiva, folhas e raízes de milho foram identificadas por sequenciamento parcial do gene 16S rRNA e testadas quanto à sua eficácia para a produção de ácidos orgânicos. As estirpes foram cultivadas em meio líquido contendo fosfato tricálcio insolúvel por 6 dias a 30 °C. Após centrifugação, o sobrenadante foi utilizado para a quantificação dos ácidos por HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). A produção dos ácidos orgânicos variou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre os isolados. O ácido glucônico foi o mais frequente, o que pode ser explicado pelo mecanismo de sua formação via oxidação direta da glicose pela enzima glicose desidrogenase dependente de pirroloquinolina quinona (PQQ). O gênero *Bacillus* foi o predominante (54,55 %) entre os isolados e estão sendo testados em plantas para uso como bioinoculantes na melhoria de aquisição de P na cultura do milho.

**Termos de indexação:** ácido glucônico, fósforo, *Zea mays* L.

### INTRODUÇÃO

Os solos de Cerrado são caracteristicamente ácidos, possuem baixa fertilidade natural e, conseqüentemente, baixa disponibilidade de nutrientes essenciais, como o fósforo (P). Mesmo

com adubação fosfatada, o P fica pouco disponível para as plantas devido ao fenômeno de fixação com componentes do solo.

Uma forma alternativa para disponibilização de P é a utilização de rochas fosfáticas (fosfato natural) como insumo estratégico em muitos países (Mechri et al., 2014). No entanto, a aplicação direta de fosfatos naturais como fertilizante, principalmente para culturas anuais como o milho, não é economicamente viável em solos com alta capacidade de adsorção e baixa capacidade de troca iônica, como os de Cerrado brasileiro, devido à baixa solubilidade destas rochas.

A combinação entre fosfato de rocha e bactérias solubilizadoras de P (BSP), capazes de solubilizarem o fosfato proveniente destas rochas, incrementa a eficiência de utilização dos fosfatos naturais, sendo uma estratégia biotecnológica viável para aumentar a efetividade dos fertilizantes e/ou para diminuir a dose de fertilizantes solúveis empregada em sistemas agrícolas (Singh & Reddy, 2011). Um dos principais mecanismos bioquímicos envolvidos na solubilização de P é produção de ácidos orgânicos como acetato, láctico, oxálico, tartárico, succínico e principalmente o ácido glucônico que atuam dissolvendo diretamente o material fosfático e/ou quelando cátions que acompanham o ânion fosfato (Chen et al., 2006).

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi quantificar a produção de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas solubilizadoras de fosfato, isoladas de milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 55 estirpes de bactérias endofíticas provenientes da raiz, folha e seiva de milho, pertencentes à Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo, previamente caracterizadas como BSP.

### Quantificação de ácidos orgânicos

A quantificação dos ácidos acético, butírico, cítrico, glucônico, 2-cetoglucônico, 5-cetoglucônico, láctico, oxálico, propiônico e succínico foi realizada no Laboratório de Microbiologia Aplicada da Universidade Federal de Minas Gerais, por HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). As estirpes foram inoculadas em meio líquido NBRIP (Nautiyal, 1999) por 6 dias e o sobrenadante foi utilizado para a quantificação desses ácidos.

A concentração de cada ácido orgânico foi determinada utilizando-se um cromatógrafo modelo LC-20A Prominence, Shimadzu (Japão), equipado com uma coluna SUPELCOGEL C-610H 30 cm x 7,8 mm (Sigma). A separação ocorreu a 65 °C, sendo a fase móvel H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5mM com um fluxo de 0,6 mL.min<sup>-1</sup>. Foi utilizado detector de índice refrativo RID-10A, com a temperatura da célula a 45°C. As concentrações dos diferentes ácidos orgânicos foram determinadas a partir da construção de curva padrão relacionando as concentrações individuais de soluções padrões de ácidos orgânicos com as áreas dos picos geradas.

### Identificação das bactérias endofíticas

A identificação molecular dos isolados bacterianos endofíticos de raiz, seiva e folha de milho foi realizada com base na identidade de sequências de 16S rDNA, utilizando os *primers* universais F968 e R1401 (Nubel et al., 1996).

Os produtos da amplificação da PCR foram removidos do gel e purificados utilizando-se o kit “*QIAquick Gel Extraction*” (Qiagen). As reações de sequenciamento foram preparadas com Big Dye V3.1 (*Applied Biosystems*, Foster City, CA) e analisadas no sequenciador automático ABI Prism 3100 (*Applied Biosystems*). As sequências obtidas foram comparadas com sequências de DNA depositadas no banco de dados GenBank ([www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank)) por meio da ferramenta Blast (Altschul et al., 1997) para identificação das bactérias.

### Delineamento e análise estatística

Os ensaios foram conduzidos segundo o delineamento inteiramente casualizado com três repetições por amostra. Os resultados de cada ensaio foram submetidos à análise de variância e, quando ocorreram diferenças significativas pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sisvar 5.3 (Ferreira, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise cromatográfica para determinação de ácidos orgânicos produzidos por bactérias

endofíticas solubilizadoras de P foi realizada considerando-se o tempo de incubação de 6 dias, pois, nesse período, observou-se que a maioria dos isolados apresentou, em média, maiores valores absolutos de P solubilizado (Abreu, 2014).

A produção dos ácidos orgânicos variou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre os isolados, assim como o tipo de ácido produzido por cada bactéria. De forma geral, a produção de ácidos orgânicos varia com as condições do meio, estado fisiológico e o tipo de microrganismo (Sousa, 2010).

Os ácidos orgânicos detectados foram acético, butírico, cítrico, glucônico, 2-cetoglucônico, láctico, oxálico, propiônico e succínico (**Figura 1**). Neste estudo, o ácido glucônico foi o mais frequente (**Figura 2**), o que já era esperado uma vez que, dentre os ácidos produzidos pelo metabolismo de bactérias solubilizadoras de P, os mais frequentemente detectados são o glucônico, 2-cetoglucônico, oxálico, succínico, cítrico, láctico (Bidondo et al., 2012). Os ácidos glucônico e 2-cetoglucônico são relatados como um dos principais mecanismos responsáveis pela solubilização de fosfato mineral, sendo resultados da via de oxidação direta de açúcares aldose mediada por ação enzimática. Behera et al. (2014) observaram que a concentração de 60 mM de ácido glucônico é comum em ensaios com solubilização de P e Miller et al. (2010) relataram que a produção de ácido glucônico pode chegar a 32,8 mM. em *Pseudomonas*. No nosso trabalho, as concentrações de ácido glucônico mensuradas foram de 16 a 324 mM, evidenciando o potencial de solubilização de P dos isolados avaliados.

O gênero *Bacillus* foi predominante (54,55%) entre os isolados endofíticos produtores de ácidos orgânicos. Todas as espécies identificadas foram relatadas na literatura como endofíticas facultativas, devido a sua capacidade de colonizar tanto o tecido vegetal quanto a rizosfera (Bacon & Hinton, 2011).

## CONCLUSÕES

Há variabilidade genética quanto ao potencial de produção de ácidos orgânicos entre as estirpes bacterianas endofíticas avaliadas.

O principal ácido orgânico produzido pelas bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de P, foi o ácido glucônico.

A produção de ácido glucônico mensurada neste estudo foi superior à de outros trabalhos relatados na literatura.

*Bacillus* foi o gênero predominante entre os isolados avaliados.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Embrapa Milho e Sorgo e à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. S. Seleção e caracterização de bactérias endofíticas isoladas de plantas de milho com potencial para a biossolubilização de rochas fosfáticas. 2014. 47 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas.

ALTSCHUL, S. F.; MADDEN, T. L.; SCHAFFER, A. A.; ZHANG, J.; ZHANG, Z.; MILLER, W.; LIPMAN, D. J. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. **Nucleic Acids Research**, London, v. 25, p. 3389-3402, 1997.

BACON, C.W.; HINTON, D.M. *Bacillus mojavensis*: Its Endophytic Nature, the Surfactins, and Their Role in the Plant Response to Infection by *Fusarium verticillioides*. In: MAHESHWARI, D.K. (Ed.). **Bacteria in Agrobiolgy: Plant Growth Responses**, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011, p.21-39.

BEHERA, B.C.; SINGDEVSACHAN, S.K.; MISHRA, R.R.; DUTTA, S.K.; THATOI, H.N. Diversity, mechanism and biotechnology of phosphate solubilizing microorganism in mangrove – a review. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, p.1-14, 2014.

BIDONDO, L.F.; BOMPADRE, J.; PERGOLA, M.; SILVANI, V.; COLOMBO, R.; BRACAMONTE, F.; GODEAS, A. Differential interaction between two *Glomus intraradices* strains and a phosphate solubilizing bacterium in maize rhizosphere. **Pedobiologia**, v.55, p.227-232, 2012.

CHEN, Y.P. REKHA, P.D. ARUN, A.B. SHEN, F.T. LAI, W.-A. & YOUNG, C.C. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. **Applied Soil Ecology**, v. 34, p. 33–41, 2006.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. DEX.Lavras-MG: UFLA, 2010.

MECHRI, B.; ATTIA, F.; TEKAYA, M.; CHEHEB, H., HAMMAMI, M. Agronomic application of olive mill wastewaters with rock phosphate increase the 10Me18:0 fatty acid marker of actinomycetes and change rhizosphere microbial functional groups under long-term field conditions. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 70, p.62-65, 2014.

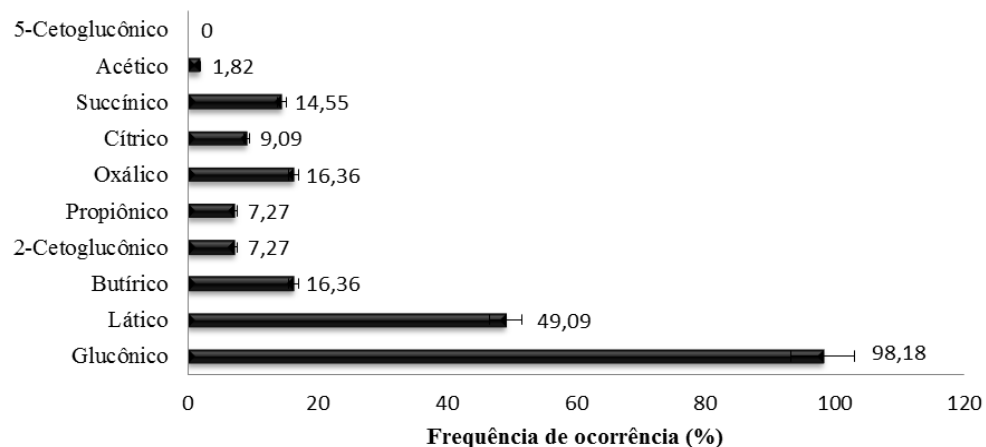
MILLER, S.H.; BROENE, P.; PRIGENT-COMBARET, C.; COMBES-MEYNET, E.; MORRISSEY, J.P.; O'GARA, F. Biochemical and genomic comparison of inorganic phosphate solubilization in *Pseudomonas* species. **Environmental Microbiology Reports**, v.2, n.3, p. 403–411, 2010.

NAUTIYAL, C. S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 170, p. 265-270, 1999.

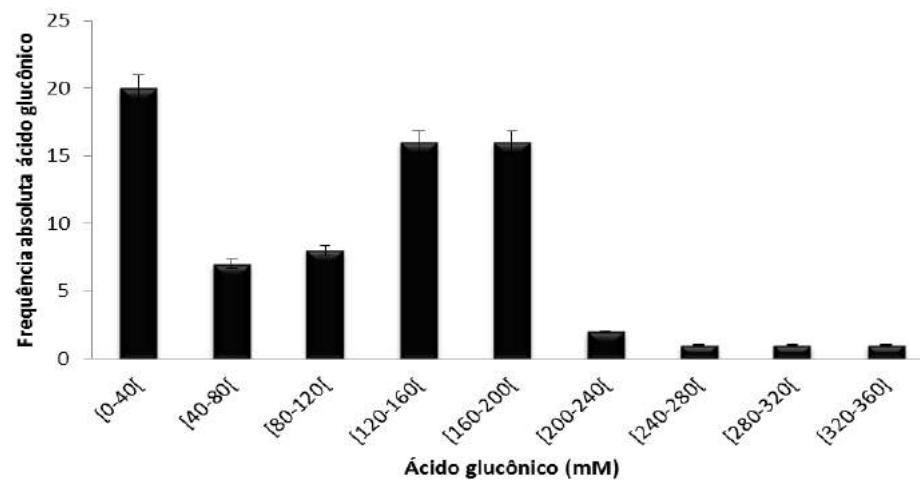
NUBEL, U.; ENGELEN, B.; FELSKE, A.; SNAIDR, J.; WIESHUBER, A.; AMANN, R. I.; LUDWIG, W.; BACKHAUS, H. Sequence heterogeneities of genes encoding 16S rRNAs in *Paenibacillus polymyxa* detected by temperature gradient gel electrophoresis. **Journal of Bacteriology**, v.178, p.5636-5643, 1996.

SINGH, H.; REDDY, M. Effect of inoculation with phosphate solubilizing fungus on growth and nutrient uptake of wheat and maize plants fertilized with rock phosphate in alkaline soils. **European Journal of Soil Biology**.v.47, p.30-34, 2011.

SOUSA, C.B. Solubilização de fósforo por bactérias endofíticas. 2010. 38p. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.



**Figura 1.** Produção relativa de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fósforo, detectados pelo índice de refração em cromatografia líquida de alta eficiência. Barras horizontais indicam o erro padrão da média de três repetições.





**Figura 2.** Frequência absoluta de ácido glucônico (mM) dentro dos intervalos de classes [0-360 mM] para as bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fósforo. Barras verticais indicam o erro padrão da média de três repetições.

## Produção de matéria seca do capim-marandu após aplicação de *Azospirillum brasiliense* e ureia no Cerrado de baixa altitude

**Viviane Cristina Modesto<sup>(1)</sup>; Marcelo Andreotti<sup>(2)</sup>; Allan Hisashi Nakao<sup>(3)</sup> Deyvison de Asevedo Soares<sup>(4)</sup>; Isabô Melina Pascoalotto<sup>(5)</sup>; Leonardo de Lima Froio<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Doutoranda do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/ FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil, [vivianemodesto@hotmail.com](mailto:vivianemodesto@hotmail.com); <sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/FEIS; <sup>(3,4,5)</sup> Pós-graduandos do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira UNESP/FEIS; <sup>(6)</sup> Graduando do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/ FEIS.

### RESUMO:

Devido ao sucesso obtido com espécies do gênero *Urochloa* em sistemas de integração lavoura-pecuária e aos incrementos proporcionados pela fixação biológica de nitrogênio por meio de bactérias diazotróficas, objetivou-se em um LATOSSOLO VERMELHO distrófico, sob condições irrigadas (pivô central) e de sequeiro, no Cerrado de baixa altitude, avaliar a aplicação via foliar de *Azospirillum brasiliense* no capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e adubação nitrogenada (ureia) na produção de matéria seca, em sucessão ao consórcio com milho, inoculados nas sementes com *Azospirillum brasiliense*. Os experimentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados com oito repetições e três tratamentos que consistiram da adubação nitrogenada 50 kg ha<sup>-1</sup> de N – ureia, e 250 mL de *Azospirillum brasiliense* num volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, totalizando 200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; ambos aplicados ao final dos cortes, além do tratamento controle. Para determinação da produtividade de matéria seca da parte aérea e perfilhamento do capim-marandu foram tomadas 3 amostras de 1 m<sup>2</sup> por parcela, simulando a altura do pastejo, foram realizadas três amostragens em intervalos de 28 a 30 dias cada, do outono a primavera. Não foram encontradas diferenças entre a aplicação de ureia a lanço e inoculante via foliar para produção de massa de matéria seca em sistema irrigado. Para o sistema de sequeiro, a utilização de fertilizante nitrogenado a lanço apresentou os melhores resultados no primeiro e segundo corte, não apresentando diferença significativa no último corte.

**Termos de indexação:** *Urochloa brizantha*; bactérias diazotróficas; integração lavoura-pecuária

### INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) tem como premissa, o uso de práticas conservacionistas capazes de aliar as atividades agrícolas e conservação do ambiente sem reduzir a produtividade das culturas, no entanto, seu sucesso depende de fatores relacionados com as características edafoclimáticas da região e principalmente com aspectos relacionados com o manejo e os tratos culturais da planta de cobertura (Castañol et al. 2014).

Segundo Kluthcouski et al. (2015), os sistemas de ILP, por serem mais diversificados, proporcionam maior expressão dos efeitos sinérgicos que potencializam os fatores bióticos e abióticos, incrementando-os significativamente quando comparados aos rendimentos dos mesmos componentes implantados isoladamente.

As espécies forrageiras mais utilizadas em sistemas de integração são as do gênero *Urochloa*, porém, devido sua alta exigência e da cultura do milho (solteiros ou consorciados) por nitrogênio, esse fator torna limitante a produção (Costa et al., 2012).

Nesse sentido, é crescente a procura por alternativas que levem a diminuição dos custos de produção com fertilizantes nitrogenados, proporcionando maior retorno econômico aos produtores. Uma dessas alternativas é a utilização de bactérias promotoras de crescimento (BPC) e entre as mais utilizadas estão as do gênero *Azospirillum*.

Assim, objetivou-se avaliar a aplicação via foliar de *Azospirillum brasiliense* ou adubação nitrogenada em *Urochloa brizantha* cv. Marandu após consórcio com milho na produção de matéria

seca do capim-marandu, em área de sequeiro e irrigado no Cerrado de baixa altitude.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no ano agrícola (2014/2015), em área de Cerrado de baixa altitude irrigada (pivô central) e de sequeiro na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria-MS.

O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os dados diários referentes às temperaturas máximas, mínima, e precipitação pluvial foram coletados junto à estação meteorológica situada na FEPE (FEIS/UNESP) e encontram-se na Figura 1.

O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) é um LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico argiloso e está sendo cultivado com culturas anuais em Sistema Plantio Direto há 10 anos, sendo a cultura anterior o milho. Foram coletadas amostras de solo deformadas, com trado de rosca na profundidade de 0 a 0,20 m para a caracterização de sua fertilidade inicial (Raij et al., 2001) que encontram-se na Tabela 1.

A pastagem foi formada após o consórcio e colheita do híbrido simples de milho DKB 350 YG, e avaliada em 3 cortes no período de outono à primavera no ano de 2015.

A semeadura da forrageira (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) foi realizada simultaneamente ao milho em novembro de 2014, sendo efetuada com outra semeadora-adubadora com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desencontrado para sistema de Plantio Direto, semeada na entrelinha da cultura produtora de grãos (milho), no espaçamento de 0,45 m entre linhas e com 580 p.c. por ha

Após a colheita do milho (safra 2014/2015), as parcelas foram divididas em três subparcelas de mesmo tamanho, em ambas as áreas (sequeiro e irrigado) e os tratamentos foram aplicados ao final dos cortes, da seguinte forma:

- Capim-marandu sem aplicação do inoculante *Azospirillum* via foliar;
- Capim-marandu com aplicação de inoculante *Azospirillum* via foliar (250 mL de *Azospirillum brasiliense* num volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>)
- Adubação nitrogenada (50 kg ha<sup>-1</sup> de N – ureia), totalizando 150 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> ao final dos 3 cortes.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com oito repetições, onde foram

realizados três cortes em intervalos de 28 a 30 dias cada, do outono a primavera de 2015.

Para determinação da produtividade de matéria seca da parte aérea e perfilhamento do capim-marandu foram tomadas 3 amostras de 1 m<sup>2</sup> (quadrado de metal de 1,0 x 1,0 m) por parcela, adotando-se como altura de corte 0,30 m, simulando o pastejo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05). Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste de "t", utilizando o software SISVAR® (Ferreira, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de pluviosidade e temperatura do ar (Figura 1) indicam que no período de condução dos experimentos as médias de precipitação pluvial foram baixas, enquanto que as temperaturas médias estiveram na faixa dos 25 °C, o que pode ter influenciado a resposta do capim aos tratamentos a partir do terceiro corte.

Na Tabela 2 constam os valores médios da massa de matéria seca do capim-marandu, em função dos tratamentos com *Azospirillum brasiliense* (via foliar), ureia e controle, após cultivo do híbrido simples de milho DKB 350 YG em consórcio com capim-marandu inoculados ou não nas sementes com *A. brasiliense*. Observaram-se nos três cortes e em ambas as áreas (irrigada e de sequeiro) resultados significativos para produção de massa de matéria seca do capim-marandu, com destaque para os tratamentos com aplicação de ureia e *Azospirillum brasiliense*.

Em relação às avaliações realizadas na área irrigada sob pivô central, com exceção ao primeiro corte, o qual apresentou maiores resultados para o tratamento com *Azospirillum brasiliense* no segundo e terceiro cortes, os tratamentos que receberam a aplicação de inoculante via foliar e o tratamento com aplicação de ureia apresentaram maior produção de matéria seca em relação ao controle.

Resultados semelhantes foram constatados por Hungria et al. (2016), em área de Cerrado, onde os pesquisadores observaram efeito significativo da inoculação com *Azospirillum brasiliense* em *Urochloa brizantha* no primeiro e segundo cortes, além disso, quando aliou-se fertilização nitrogenada e inoculação com BPC, os incrementos em massa de matéria seca foram superiores a 24%.

Nas avaliações realizadas no experimento em área de sequeiro, no primeiro e segundo cortes, os maiores valores de matéria seca foram encontrados nos tratamentos que receberam o *A. brasiliense*, e apenas no terceiro corte os resultados não apresentaram diferença entre os tratamentos.

Magalhães et al. (2011) verificaram resultados semelhantes para pastagens de *Urochloa brizantha*, onde houve maior produção de massa seca de *Urochloas* quando comparadas às plantas com ausência de inoculação com as BPC, além de resultados superiores ou similares em relação somente à adubação nitrogenada.

As pesquisas demonstram que a inoculação se destaca como alternativa promissora na substituição parcial ou total da adubação nitrogenada, assim, é possível reduzir a quantidade de fertilizantes nitrogenados aplicado sem reduções significativas do acúmulo de massa de matéria seca e altura de plantas (Vogel et al., 2014).

Embora os estudos utilizando *Azospirillum brasilense* via foliar em *Urochloa brizantha* após sistema de consórcio em Plantio Direto apresentem resultados positivos, ainda há a necessidade de pesquisas que demonstrem sua viabilidade.

### CONCLUSÕES

O capim-marandu advindo do consórcio com milho após segundo corte e que receberam aplicação via foliar de *Azospirillum brasiliense* ou ureia a lanço proporcionaram maior produção de matéria seca em área irrigada no Cerrado de baixa altitude.

Em área de sequeiro, até o segundo corte, a aplicação e ureia a lanço proporcionou maior desenvolvimento do capim-marandu, enquanto que no terceiro corte não houve diferença entre os tratamentos.

### AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de doutorado da primeira autora, através do processo 2014/02697-1.

### REFERÊNCIAS

COSTA, N. R., ANDREOTTI, M., GAMEIRO, R. D. A., PARIZ, C. M., BUZETTI, S., & LOPES, K. S. M. Nitrogen fertilization in the intercropping of corn with two Brachiaria species in a no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2006. 306 p.

CASTAÑÓN, M.; FERREIRA, T. H.; CUNHA, C. S. M. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes densidades de plantio no cerrado de Mato

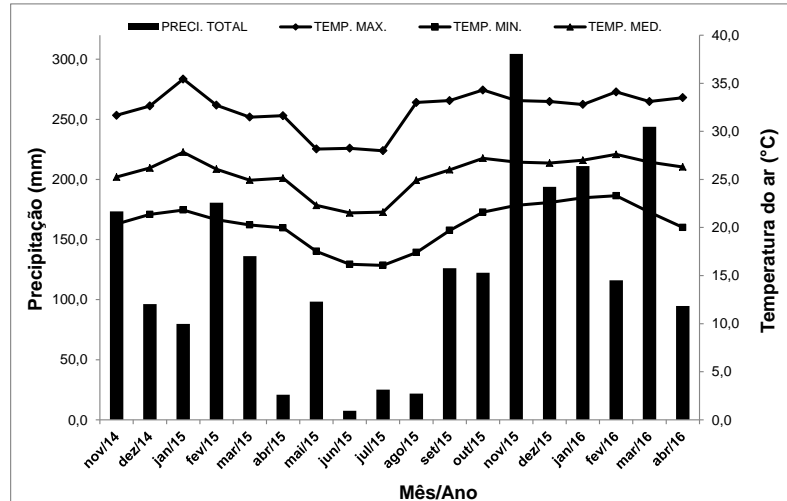
Grosso. **Agropecuária científica no semiárido**, Campina Grande, v. 10, n.4, p.14-18, 2015.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Inoculation of Brachiaria spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 221, p. 125–131, 2016.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

VOGEL, G.; MARTINKOSKI, L.; RUZICKI, M. Efeitos da utilização de *Azospirillum brasilense* em poáceas forrageiras: Importâncias e resultados. **Agropecuária científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 10, n. 1, 01-06, 2014.

**Figura 1.** Dados de temperatura do ar e precipitação entre a semeadura do experimento (2014/2015 até setembro de 2015. Selvíria – MS (2015).



Fonte: Estação meteorológica localizada na fazenda de ensino, pesquisa e extensão da Unesp-Ilha Solteira (FEPE), Selvíria-MS.

**Tabela 1.** Caracterização inicial dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0 a 0,20 metros. Selvíria, Ma Grosso do Sul. 2014.

Prof.	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	S-SO <sub>4</sub>	V	m
(m)	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>		CaCl <sub>2</sub>			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>	----	----
Área de Sequeiro													
0-0,20	33	25	4,4	2,5	13	7	58	11	22,5	80,5	14	28	33
Área Irrigada													
0-0,20	18	20	4,9	3,5	17	15	38	3,5	39	76,8	11	49	5,8

**Tabela 2.** Produtividade de massa de massa seca de forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu após consórcio com a cultura do milho Selvíria-MS, 2015.

Tratamentos <sup>1</sup>	Sistema Irrigado		
	1º corte	2º corte	3º corte
	kg ha <sup>-1</sup>		
<i>Azospirillum brasilense</i>	6897 a	6324 a	1110 a
Ureia	5710 ab	5848 a	1452 a
Controle	5085 b	4144 b	1096 b
CV %	12,99	15,34	14,99
Tratamentos <sup>1</sup>	Sistema Sequeiro		
	1º corte	2º corte	3º corte
	kg ha <sup>-1</sup>		
<i>Azospirillum brasilense</i>	4757 ab	549 ab	1130
Ureia	5418 a	5147 a	1382
Controle	3798 b	4023 b	1003





---

<b>CV %</b>	16,44	8,08	21,19
-------------	-------	------	-------

---

<sup>1</sup> Azospirillum brasiliense aplicado via foliar; ureia aplicada a lanço, controle (sem adição de fertilizantes). \*Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste “t” a 5% de probabilidade.

## Produção e Composição Químico-Bromatológica de Milheto Utilizando Diferentes Fontes e Doses de Nitrogênio.

**Wilian Henrique Diniz Buso<sup>(1)</sup>; Lidiane de Oliveira Silva<sup>(2)</sup>; Taiz Borges Ribeiro<sup>(3)</sup>; Alan Soares Machado<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Professor do Departamento de Agricultura e zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; [wilian.buso@ifgoiano.edu.br](mailto:wilian.buso@ifgoiano.edu.br); <sup>(2)</sup> Estudante do curso de Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; <sup>(3)</sup> Estudante do curso de Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás; <sup>(4)</sup> Professor do Departamento de Agricultura e Zootecnia; IF Goiano Campus Ceres; Ceres, Goiás.

**RESUMO:** Avaliou-se neste estudo os efeitos de doses e diferentes fontes de N na produção e composição bromatológica de milheto forrageiro em condições de cerrado. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4x3 duas fontes de N (ureia e Novatec), quatro dosagens (0, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) e três cortes, com quatro repetições. Os cortes de avaliação foram efetuados quando, no mínimo, 50% das plantas atingiram 0,80 m de altura. As variáveis analisadas foram PMV, MS, PB, FDN e FDA de todos os cortes. Não ocorreu interação significativa entre as variáveis analisadas para fontes e doses de N, doses de N e cortes, cortes e fontes de N e também a interação tripla fontes, cortes e dose de N. A PMV não apresentou diferença para fontes e doses de N e também entre os cortes. A MS foi estatisticamente diferente no terceiro (15,44%) corte e semelhantes no primeiro e segundo (12,30 e 13,08%, respectivamente). O teor de PB diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) em todos os cortes onde o primeiro corte diferiu do segundo corte e o terceiro corte diferiu dos demais. Os teores de FDN e FDA diferiram entre os cortes, aumentando conforme avançou os cortes. As duas fontes de N são adequadas para o fornecimento deste nutriente para a cultura do milheto.

**Termos de indexação:** Massa verde, nutrição, *Pennisetum glaucum*.

### INTRODUÇÃO

A utilização de milheto (*Pennisetum glaucum*) para pastejo pode ser uma alternativa para aumentar a disponibilidade de forragem nos meses de transição chuva/seca e seca/chuva, pois prolonga a estação de pastejo e reduz a demanda

por alimentos armazenados, além de promover um descanso para a recuperação completa da pastagem no início da estação chuvosa. Em sistemas de integração lavoura-pecuária, praticado em regiões tropicais, pode ser cultivado no outono/inverno para pastejo, durante o período seco, suspendendo-se o pastejo, no início do período chuvoso, para rebrota e acúmulo de massa para plantio direto (Queiroz et al., 2012).

De acordo com Santos et al. (2005) o milheto pode ser uma alternativa para pastejo no verão, quando comparado com pastagens nativas, tem alta capacidade de produção, assim permite incrementos a taxa de lotação e o ganho de peso vivo por área. Quando utilizado para pastejo o valor bromatológico varia no decorrer do seu ciclo. Os mesmos autores encontraram valores de massa seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de 15,2; 16,4 e 61,9%, respectivamente, quando avaliaram o milheto aos 35 dias de crescimento vegetativo em condições de pastejo, antes da entrada dos animais no piquete.

De acordo com Fagundes et al. (2006) o fornecimento de N em quantidades adequadas ao longo do período de desenvolvimento das plantas forrageiras, exerce papel fundamental no crescimento das pastagens, devido o N proveniente da mineralização da matéria orgânica não suprir a necessidade de forrageiras de elevada produtividade.

Assim, objetivou avaliar o efeito de doses e fontes de N na produção e composição bromatológica de milheto forrageiro em condições de cerrado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Instituto Federal Goiano–Campus Ceres. Na **figura 1** está representada o regime hídrico durante o período experimental.

Utilizou delineamento com blocos casualizados em esquema fatorial 2x4x3, duas fontes (ureia e Novatec), quatro doses (0, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) e três cortes, com quatro repetições. As fontes utilizadas foram a ureia (45% de N) e o Novatec que é um sulfonitrato com 24% de N e 5% de S tratado com inibidor da nitrificação chamado dimetilpirazolfosfato (DMPP). O DMPP deixa o N estabilizado na forma de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> por um período de oito semanas no solo.

Foi utilizada a cultivar *Nutrifeed*. A semeadura foi realizada no dia 03/02/2013, a adubação de fósforo foi de 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. E quinze dias após a semeadura foi feita a adubação de cobertura de 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e os tratamentos com nitrogênio em uma única aplicação. Os cortes foram realizados nos dias 09/03/2013, 29/03/2013 e 19/04/2013, a uma altura de 0,25 m acima do solo.

Cada unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de cinco metros lineares e espaçamento de 0,30 m, entre linha. Considerou-se como parcela útil as duas fileiras centrais, eliminando-se 0,50 m de cada extremidade. A parcela útil foi de 2,4 m<sup>2</sup>. Os cortes de avaliação foram efetuados quando, no mínimo, 50% das plantas atingiram 0,80 m em relação ao solo. Após cada corte de avaliação, foi realizada a pesagem do material para determinação da produção de massa verde (PMV kg ha<sup>-1</sup>).

Foram retiradas amostras de aproximadamente 500 g secas a 60°C até peso constante, em estufa de circulação forçada e moídas em moinho tipo Willey com peneira de um mm, armazenadas em frascos de acrílico com tampas de plástico e identificadas.

As variáveis analisadas foram: produção de massa verde (PMV), teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A composição bromatológica e N foram determinadas conforme a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os dados d foram submetidos à análise variância, incluindo todos os cortes e as médias comparadas pelo teste de SkottKnott ao nível de 5% de significância. As variáveis também foram avaliadas ajustando-se equações de regressão em função da dose de N aplicadas. As análises foram realizadas com auxílio do software R (R Development Core Team, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreu interações significativas ( $p>0,05$ ) entre fontes e doses de N, doses de N e cortes, cortes e fontes de N e também a interação tripla fontes, cortes e dose de N para as variáveis PMV, MS, PB, FDN e FDA. Os ajustes através de regressões não foram significativos para as variáveis estudadas em função das doses de N.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) das duas fontes e doses de N para as variáveis PMV, MS, PB, FDN e FDA, conforme apresentado na **tabela 1**. Guimarães Júnior et al. (2009) obtiveram PMV de 12.350 kg ha<sup>-1</sup> de milho cortado com 37 dias após a emergência com adubação de 73 kg ha<sup>-1</sup> de N, resultados semelhantes aos obtidos nesta pesquisa.

Para o teor de MS ocorreu diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os cortes (**Tabela 1**). O terceiro corte apresentou teor de MS de 15,44%, pois a redução de disponibilidade de água no solo proporcionou maior acúmulo de MS na parte aérea das plantas de milho. Costa et al. (2011) encontraram teores médios de MS de 15,20%, determinado no milho cortado aos 35 dias após a semeadura, com a aplicação de 67 kg ha<sup>-1</sup> de N. Resultados que correspondem ao terceiro corte da presente pesquisa. Resultados obtidos por Buso et al. (2014) que trabalharam com duas épocas de semeadura e encontraram valores médios de 9,95 e 10,59%, para dezembro/2010 e fevereiro/2011, respectivamente. De acordo com os autores a maior concentração de MS na semeadura da safrinha, provavelmente, pode ser explicado em função das condições climáticas, onde se verificou menor ocorrência de chuvas e, conseqüentemente, maior radiação solar. Esta situação proporcionou menor quantidade de água acumulada na parte aérea da planta, o que contribuiu para aumento no teor de MS.

O teor de PB diferiu significativamente ( $P<0,05$ ) em todos os cortes, o primeiro corte apresentou teor de 20,15% diferindo do segundo corte com teor de 17,84% e o terceiro corte diferiu dos demais com teor de 16,10% (**Tabela 1**). Esta redução no teor de PB com o avanço dos cortes se deve ao fato da redução na disponibilidade de N proveniente da adubação ao longo do desenvolvimento das plantas e da redução na disponibilidade de água, que também pode influenciar na absorção de N. De acordo com Buso et al. (2014) verificaram diferença significativa para PB entre diferentes épocas de semeadura, cujos valores médios foram de 22,46 e 20,86%, para dezembro e fevereiro, respectivamente. Com semeadura em fevereiro Queiroz et al. (2012) obtiveram 16,14% de PB com colheita aos 30 dias.

Para a FDN ocorreu diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os cortes (**Tabela 1**). No terceiro corte o teor foi de 48,50% e diferiu do primeiro e segundo que foram estatisticamente iguais, cujos teores foram 47,34 e 46,23%, respectivamente. A maior presença da FDN no terceiro corte se justifica pela queda de PB na MS com o avanço dos cortes devido ao possível aumento na presença de colmos em relação a folhas. Como relatado no trabalho de Kollet et al. (2006) com três idades de cortes (35, 42 e 49 dias) observaram que à medida em que aumentava a idade de corte do milho ocorreu aumento dos teores de FDN, de 54,30% para 69,17%, aos 35 e 49 dias, respectivamente. Estas variações são atribuídas a redução de lâminas foliares e aumento das hastes, elevando os componentes fibrosos. Queiroz et al. (2012) trabalharam com a cultivar BRS 1501 e encontraram teores de FDN de 52,97; 48,86 e 55,29% para cortes em fevereiro, março e abril, respectivamente.

A FDA apresentou diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os cortes (**Tabela 1**). O terceiro corte diferiu dos demais cujo teor foi de 30,55%. Os valores de FDA obtidos nesta pesquisa são semelhantes aos preconizado por Mertens (1994), quando estabelece o valor máximo de 30%, como sendo o ideal para que ocorra maior consumo de forragem e melhor digestibilidade. Silva et al. (2012) verificaram aumento nos teores de FDA com o avanço dos cortes cujos teores variaram de 25,90 a 40,87% do primeiro para o terceiro corte. Os resultados obtidos pelos autores indicam que, com a realização dos cortes há aumento nos teores de FDA pelo aumento da fração colmo em relação a folhas.

## CONCLUSÕES

As duas fontes de N podem ser utilizadas na cultura do milho.

O inibidor presente na fonte nitrogenada Novatec não aumentou a eficiência desta fonte.

Com o avanço dos cortes a qualidade da forragem de milho reduz.

## REFERÊNCIAS

BUSO, W.H.D.; FRANÇA, A.F.S.; MIYAGI, E. S. Bromatological composition and dry matter digestibility of millet cultivars subjected to nitrogen doses. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.66 n.3, p.887-893, 2014.

CAMARGO, D.G.; ROCHA, M.G.; KOZLOSKI, G.V.; ELEJALDE, D.G.; BREMM, C.; POTTER, L.; ROSA,

A.T.N.; OLIVEIRA NETO, R.A. Consumo de forragem por cordeiras suplementadas em pastagem de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.509-514, 2009.

COSTA, V.G.; ROCHA, M.G.; POTTER, L. ROSO, D.; ROSA, A.T.N.; REIS, J. Comportamento de pastejo e ingestão de forragem por novilhas de corte em pastagens de milho e papua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.2, p.251-259, 2011.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V.M.; MISTURA, C.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M.E.R.; LAMBERTUCCI, D.M. Avaliação das características estruturais do capim-Braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.30-37, 2006.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J.A.S.; PIRES, D. A. A.; JAYME, D. G.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S. Avaliação agrônômica de genótipos de milho (*P. glaucum*) plantados em período de safrinha. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.58, suplemento.1, p.629-632, 2009.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milho (*Pennisetum glaucum*(L.)R. BR.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

Mertens D.R. **Regulation of forage intake. In: Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 450-493, 1994.

QUEIROZ, D. S.; SANTANA, S. S.; MURÇA, T. B.; SILVA, E. A.; VIANA, M. C. M.; RUAS, J. R. M. Cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p.318-329, 2012.

R Development Core Team. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2013.

SANTOS, D.T.; ROCHA, M.G.; QUADROS, F.L.F.; GENRO, T.C.M.; MONTAGNER, D.B.; GONÇALVES, E.N.; ROMAN, J. Suplementos energéticos para recria de novilhas de corte em pastagens anuais: desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.209-219, 2005.

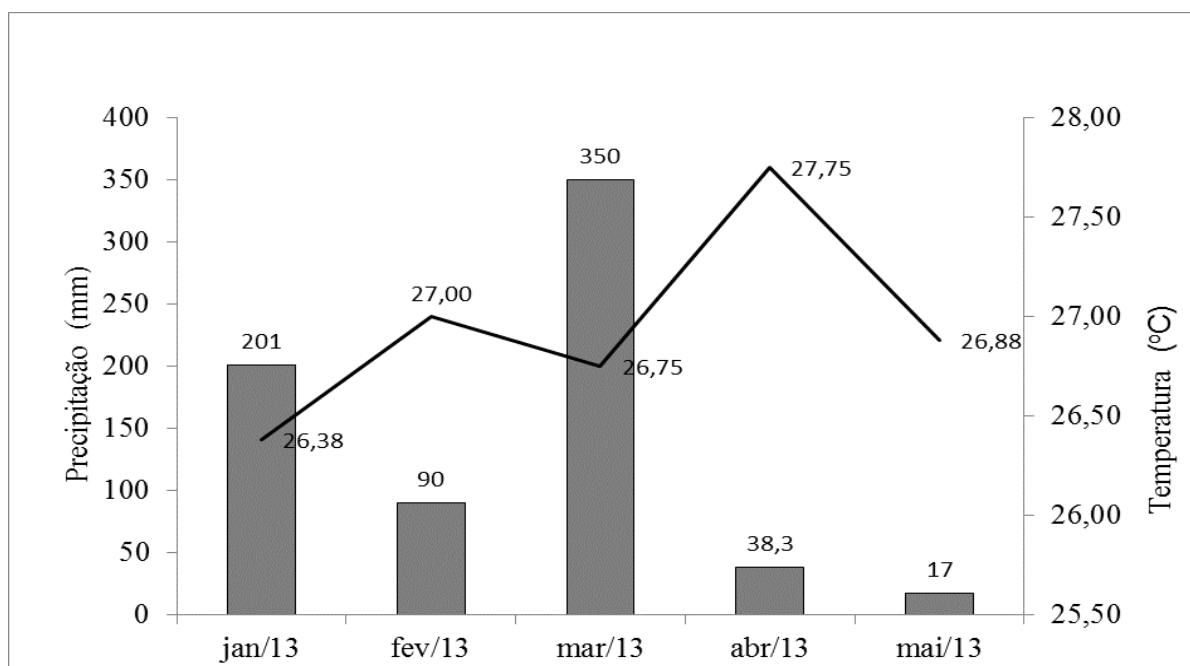
SILVA, A. G.; FARIAS JÚNIOR, O. L.; FRANÇA, A. F. S.; MIYAGI, E. S.; RIOS, L. C.; MORAES FILHO, C. G.; FERREIRA, J. L. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada.



**Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.1, p.67-75,  
2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**  
(Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG:  
Universidade Federal de Viçosa, 2002. 340p.





**Figura 1.** Precipitação (mm) e temperatura (°C) durante o período experimental (janeiro a maio de 2013). Fonte: Estação meteorológica do IF Goiano-Câmpus Ceres.

**Tabela 1.** Produção de Massa Verde (PMV), Teor de Matéria Seca (MS), proteína bruta na MS (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) Fibra em Detergente ácido (FDA) de milheto submetido a quatro doses e duas fontes de nitrogênio no município de Ceres-GO.

Fonte N	PMV (kg ha <sup>-1</sup> )	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
Ureia	12.210 a	13,62 a	17,60 a	47,68 a	29,33 a
Novatec	12.010 a	13,59 a	18,47 a	47,04 a	29,20 a
Corte	PMV (kg ha <sup>-1</sup> )	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
1	11.190 a	12,30 b	20,15 a	46,23 b	28,44 b
2	13.060 a	13,08 b	17,84 b	47,34 b	28,80 b
3	12.090 a	15,44 a	16,10 c	48,50 a	30,55 a
CV (%)	27,86	9,66	10,58	5,82	5,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Scottknott a 5% de probabilidade.

## Produção e qualidade de grãos de milho sob doses de nitrogênio e bioestimulantes

**Domingos da Costa Ferreira Júnior<sup>(1)</sup>; Rodrigo Cadelca Júnior<sup>(2)</sup>; Caroline Gomes Ribeiro Sales<sup>(3)</sup>; Thiago Nunes Landim<sup>(4)</sup>; Ricardo Câmara Werlang<sup>(5)</sup>; Césio Humberto de Brito<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; Jaboticabal, SP; junior.domingos@uol.com.br; <sup>(2)</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; <sup>(3)</sup> Engenheira Agrônoma, Cargill; <sup>(4)</sup> Mestrando em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia; <sup>(5)</sup> Pesquisador, Aminoagro; <sup>(6)</sup> Docente, Universidade Federal de Uberlândia.

**RESUMO:** O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, e continua aumentando sua produtividade ao longo das décadas através do aperfeiçoamento e desenvolvimento de práticas como a adubação e a utilização de bioestimulantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de bioestimulantes de doses crescentes de nitrogênio sobre o peso de mil grãos, incidência de grãos ardidos e produtividade de grãos na cultura do milho. O experimento foi realizado no ano agrícola de 2013/2014, no município de Uberlândia, MG. Foi adotado um delineamento experimental de blocos casualizados, avaliando a presença e ausência de aplicação foliar de bioestimulantes e quatro doses de nitrogênio (0; 50; 100; 150 kg ha<sup>-1</sup>) aplicado em cobertura. Não foi verificada interação significativa entre doses de nitrogênio e aplicação foliar de bioestimulante para todas as características avaliadas. Tanto a aplicação de doses crescentes de nitrogênio quanto a aplicação foliar de bioestimulantes aumentam significativamente a produtividade. Porém, ambos os fatores não proporcionam diferenças significativas para peso de mil grãos e incidência de grãos ardidos.

**Termos de indexação:** grão ardido; nutrição; adubação nitrogenada.

### INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como o terceiro maior produtor mundial de milho. Nas últimas sete décadas a produção nacional deste grão aumentou 14,61 vezes, acompanhada de uma expansão de área cultivada de apenas 3,79 vezes (Galvão et al., 2014). Esse fenômeno ocorreu através de constante atualização de práticas e tecnologias modernas,

como adubações mais eficientes e uso de biorreguladores.

O nitrogênio é considerado o nutriente mais requerido pela cultura do milho, participando na formação de inúmeras estruturas e processos fisiológicos. Entretanto, menos da metade do fertilizante aplicado é utilizado pelas plantas e grande parte do nitrogênio residual acaba incorporada à matéria orgânica do solo, lixiviado ou volatilizado. Dessa forma, é preciso estudar constantemente formas de aumentar a eficácia do uso deste nutriente (Fernandes et al., 1998)

Os biorreguladores são compostos orgânicos que promovem, inibem ou modificam processos morfológicos e fisiológicos da planta, pertencendo ao grupo de hormônios vegetais como as auxinas e giberelinas (Castro, 2006). Diferentes momentos, formas e doses de aplicação desses compostos podem apresentar diferentes efeitos sobre a produtividade e desenvolvimento de uma cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de biorreguladores associada a doses crescentes de nitrogênio sobre a produtividade e aspectos qualitativos de grãos de milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Uberlândia – MG, em área experimental da Syngenta Seeds (19° 05' 40" S; 48° 15' 39" O; 887 m). O estudo ocorreu no ano agrícola 2013/2014, em condições de segunda safra.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 4, representado presença ou ausência de bioestimulante e quatro doses de adubação nitrogenada em cobertura (0; 50; 100; 150 kg ha<sup>-1</sup>), com oito repetições por tratamento.

A parcela experimental foi constituída de seis linhas de 4,2 m de comprimento com espaçamento de 0,6 m entre linhas apresentando área de 15,12 m<sup>2</sup>; para as avaliações foram adotadas apenas as quatro linhas centrais das parcelas, constituindo uma área útil de 10,08 m<sup>2</sup>. A semeadura foi mecânica em plantio direto, em área previamente cultivada com milho. Utilizou-se o híbrido Status<sup>®</sup> Vip3, com espaçamento entre linhas de 0,6 m e 4,2 sementes por metro linear, objetivando uma população de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Quando as plantas encontravam-se no estágio V<sub>4</sub>, foi realizada aplicação foliar de 250 mL ha<sup>-1</sup> de bioestimulante, o que corresponde a 0,0125 g L<sup>-1</sup> de giberelina e auxina (AIA) e 0,0225 g L<sup>-1</sup> de citocinina.

Na semeadura foi realizada adubação em todas as parcelas 50 kg ha<sup>-1</sup>. Um dia após a aplicação do bioestimulante, foi realizada manualmente adubação de cobertura representando doses crescentes de N (0; 50; 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>). A fonte de nitrogênio utilizada foi sulfato de amônia.

No dia da colheita, foram retiradas de cada parcela 20 espigas oriundas das duas linhas centrais da parcela para avaliação visual da incidência de grãos ardidos. Foi adotado o conceito de Pinto (2005), em que é considerado grão ardido aquele que possui um quarto ou mais, de sua superfície com descoloração causada pelo fungo, com cores que podem variar de marrom claro a roxo ou vermelho claro a vermelho intenso.

A colheita foi realizada mecanicamente, quando os grãos atingiram umidade de 25%. Determinou-se o peso dos grãos das parcelas por uma balança e a umidade por um determinador de umidade, ambos instalados na colhedora. Posteriormente para determinação da produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) houve uma correção da umidade para 13%.

Durante a colheita retirou-se uma amostra de cada parcela útil para análise do peso de 1000 grãos em laboratório. Para tal, foi utilizada a metodologia de peso de 1000 sementes proposta pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Pesca (Brasil, 2009).

Todos os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias em função da aplicação de bioestimulante foram comparadas pelo teste de Tukey, com 5% de significância, enquanto que as doses de nitrogênio, quando significativas, foram analisadas através de regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores analisados não foi

significativa pelo teste F a 5% de significância, indicando que as doses de nitrogênio e a aplicação foliar de bioestimulantes agem de forma independente sobre as características estudadas.

Não houve diferença significativa para incidência de grãos ardidos em função da aplicação foliar de bioestimulante (**Tabela 1**) ou das doses de nitrogênio em cobertura. Muller (2013), analisando bioestimulante em plantas de milho, também não observou diferença significativa para porcentagem de grãos ardidos. Da mesma forma, Costa et al (2011) apresentam resultados condizentes em relação a doses de nitrogênio. A incidência de patógenos em espigas normalmente é afetada por outros fatores, como resistência genética do híbrido escolhido.

Resultados semelhantes foram observados para peso de mil grãos, em que nenhum dos fatores avaliados contribuiu para ocorrência de diferenças significativas (**Tabela 1**). Os dados condizem com o obtido por Fernandes et al (2005), que observaram que doses crescentes de nitrogênio não resultaram em maior massa de 100 grãos. Dourado Neto et al (2004) e Muller (2013) também não observaram diferenças para o peso de 1000 grãos em função da aplicação de bioestimulantes; isso pode ser devido ao fato de os bioestimulantes apresentarem uma ação maior no desenvolvimento inicial e emergência de plântulas (Dourado Neto et al., 2014).

A aplicação foliar de bioestimulante resultou em maior produtividade de grãos de milho (**Tabela 1**), em um valor de correspondente a cerca de 381 quilos. Ferreira et al. (2007), avaliando a utilização do mesmo bioestimulante em tratamento de sementes de milho, não observou incremento de produtividade; tal constatação reforça a ideia de que aplicação de bioestimulantes em diferentes estádios fenológicos da cultura podem resultar em efeitos distintos. A maior produtividade alcançada pode ser devido à presença de auxina e giberelina no bioestimulante, hormônios que favorecem maior desenvolvimento de raízes e conseqüente melhor absorção e utilização dos nutrientes disponíveis no solo (Xu et al, 2014; Yang et al, 2012).

**Tabela 1** – Porcentagem de grãos ardidos, peso de mil grãos e produtividade de grãos em função da aplicação foliar de bioestimulante. Uberlândia, 2014.

Aplicação de bioestimulante	Grãos Ardidos (%)	Peso de mil grãos (g)	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )
Ausência	5,10 a*	389,44 a	10,216 a
Presença	5,01 a	394,27 a	9,836 b

CV (%)	27,89	3,14	2,15
--------	-------	------	------

\*Médias acompanhadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

As doses crescentes de nitrogênio também contribuíram para uma maior produtividade (Figura 1), condizendo com resultados encontrados por Kaneko et al. (2015) e Ferreira et al. (2015). Os resultados podem ser explicados pelo fato de o nitrogênio ser o nutriente de maior demanda pela cultura do milho, afetando significativamente o desenvolvimento vegetativo e conseqüentemente a produção da cultura (Farinelli & Lemos, 2012).

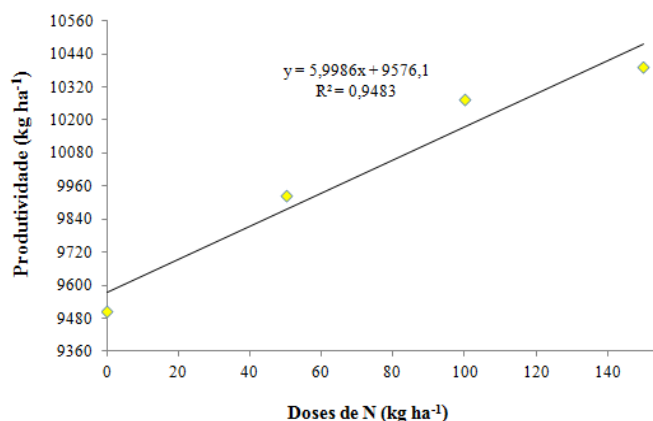


Figura 1. Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio aplicado em cobertura.

## CONCLUSÕES

A aplicação de bioestimulante e de doses crescentes de nitrogênio contribuem significativamente para o aumento de produtividade. Porém, não afeta significativamente o peso de mil grãos e a incidência de grãos ardidos.

A eficiência da aplicação foliar de bioestimulantes é independente da aplicação de nitrogênio em cobertura.

## REFERÊNCIAS

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R. BARBOSA, J.C. Espaço, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa v.29, n.1, p.467-473, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CASTRO, P. R. C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: Esalq, 2006. 46p.

COSTA, G.M.C.; COSTA, R.V.; COTA, L.V.; CRUZ, J.C.; SILVA, D.D.; NOLASCO, A.A.; LANZA, F.E.; PARREIRA, D.F.; RAMOS, T.C.D. Incidência de grãos ardidos em milho sob diferentes populações de plantas e doses de nitrogênio. In: XLIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2011, Bento Gonçalves. **Anais...** Brasília: Tropical Plant Pathology, 2011, p.773.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.M. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.3, p.371-379, 2014.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.M.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.11, n.1, p.1-9, 2004.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.42, n.1, p.63-70, 2012,

FERNANDES, F.C.S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J.A.C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.2, p.195-204, 2005.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELOS, C. A.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade de milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 247-254, 1998.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.C.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, suplemento, p.819-828, 2014.

KANEKO, F.H.; ARF, O.; SABUNDJIAN, M.T.; FERREIRA, J.P.; GITTI, D.C.; LEAL, A.J.F.NASCIMENTO. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Tupã, v. 9, n.2, p. 191-196, 2015

MULLER, T.M. **Inoculação de *Azospirillum brasiliense* associada a níveis crescentes de adubação nitrogenada e o uso de bioestimulante vegetal na cultura do milho**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapava, 2013.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M. Adubação nitrogenada na cultura do milho com uréia revestida por diferentes fontes de polímeros. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.2, p.659-670, 2015.



XU, T.; DAI, N.; CHEN, J.; NAGAWA, S.; CAO, M.; LI, H.; ZHOU, Z.; CHEN, X.; RYCKE, R.D.; RAKUSOVÁ, H.; WANG, W.; JONES, A.J.; FRIML, J.; PETERSON, S.E.; BLEECKER, A.B.; YANG, Z. Cell surface ABP1-TMK Auxin-Sensing Complex Activates ROP GTPase Signaling. **Science**, Nova York, v.343, n.6174, p.1025-1028, 2014.

YANG, D.L.; YAO, J.; MEI, C.S.; TONG, X.H.; ZENG, L.J.; LI, Q.; XIAO, L.T.; SUN, T.; LI, J.; DENG, X.W.; LEE, C.M.; THOMASHOW, M.F.; YANG, Y.; HE, Z.; HE, S.Y. Plant hormone jasmonate prioritizes defense over growth by interfering with gibberellin signaling cascade. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v.109, n.19, p.1192-1200, 2015.



## Produção forrageira das partes da planta de sorgo sacarino submetido a diferentes adubações em cobertura

Waldiney de Oliveira Campos <sup>(1)</sup>; Iran Dias Borges <sup>(2)</sup>; Júnia de Paula Lara <sup>(3)</sup>; Victor Fernando Ferreira <sup>(4)</sup>; Renata Pereira da Costa <sup>(5)</sup>; Carlos Eduardo Silva Ribeiro <sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduando Universidade federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG, [waldineyoliveira10@yahoo.com.br](mailto:waldineyoliveira10@yahoo.com.br); <sup>(2)</sup> Professor doutor adjunto Universidade federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, MG. <sup>(3)</sup> Mestranda Universidade federal de São João Del Rei, PPGCA. <sup>(4)</sup> Graduando Universidade federal de São João Del Rei. <sup>(5)</sup> Graduanda Universidade federal de São João Del Rei. <sup>(6)</sup> Graduando Universidade federal de São João Del Rei.

**RESUMO:** A escassez de informações quanto às exigências nutricionais na cultura do sorgo sacarino justificam a realização de estudos que contemplem cultivares para indústria e para forragem. O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de massa das diferentes partes da planta de sorgo sacarino, conduzido sem irrigação, submetido a diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O em cobertura. O trabalho foi conduzido em área experimental da UFSJ. O período de condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2014. Delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 3 repetições, e tratamentos em esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio (45, 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N) e potássio (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) em cobertura com a cultivar BRS 509. Para uma boa produção de MV e MS de sorgo sacarino doses de nitrogênio entre 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> são adequadas. Os colmos são os maiores responsáveis pela produção de massa vegetal seguido pelas folhas e com pouca contribuição das panículas. A produção de MV e MS variam em função do aumento das doses de potássio.

**Termos de indexação:** sweet sorghum, adubação, bioenergia.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o sorgo encontrou seu mercado e se expandiu em regiões desfavoráveis ao cultivo de outros cereais e hoje possui alta produtividade de forragem e grão, também como cultura alternativa e em sucessão a cultura do milho. Dentre essas utilidades do sorgo destaca-se a produção de etanol com o sorgo sacarino. Contudo pouco se conhece a respeito de genótipos de sorgo sacarino quanto ao seu desempenho forrageiro. Para se tomar uma decisão quanto ao programa de fertilização da cultura é necessário conhecer o

comportamento e desempenho do sorgo em diferentes estratégias de adubação nitrogenada e potássica em cobertura, bem como o efeito disso em cada uma das partes da planta. A participação das informações da produção de massa na planta de sorgo nos permite subsidiar estratégias de fertilização da cultura quando da produção de forragem ou mesmo de etanol.

No mercado brasileiro está disponíveis diversas cultivares de sorgo, sendo que as exigências, como por exemplo, as nutricionais são variáveis, sendo que, o conhecimento de qual nutriente a planta necessita, da quantidade e do momento adequado para o seu fornecimento, constituem condições fundamentais para o equilíbrio nutricional da planta para a expressão máxima do seu potencial genético.

A escassez de informações quanto às exigências nutricionais na cultura do sorgo sacarino junto ao potencial de produtividade, em condições de solo e clima do Brasil, revela a necessidade de estudos que compreendam sua exigência (FRANCO, 2011).

Estudar a produção de massa nas diferentes partes da planta submetidas a diferentes doses de nitrogênio e de potássio em cobertura é de fundamental importância para entender e subsidiar estratégias de definição das quantidades de nutrientes a se restituir ao solo para fins de manutenção da fertilidade (MACEDO JUNIOR, 1998).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a produção de massa nas diferentes partes da planta de uma cultivar de sorgo sacarino submetido a quatro doses de adubação nitrogenada e quatro doses de adubação potássica em cobertura conduzidos sem irrigação suplementar na região central de Minas Gerais.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em área experimental da UFSJ em Sete Lagoas – MG. O período de

condução do experimento foi na safra primavera-verão de 2014. A área está localizada em terreno limítrofe ao CNPMS/EMBRAPA com as coordenadas geográficas 19° 28' 36" de latitude sul e 44° 11' 53" de longitude oeste, altitude de 769 m. O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico, cujo clima, segundo Köppen (OMETTO, 1981) é do tipo AW (tropical estacional de savana, inverno seco), temperatura média anual 22,1°C e precipitação média anual 1290 mm.

A correção do solo não foi necessária e na adubação de plantio foram aplicados 350 kg ha<sup>-1</sup> de 08-28-16, considerando resultados da análise química do solo e uma expectativa de produção acima de 60 t ha<sup>-1</sup> de massa verde (Ribeiro *et al.*, 1999).

No plantio adotou-se o espaçamento de 0.70 m, a densidade de 100000 plantas ha<sup>-1</sup>, e parcelas com 04 linhas de 5.0 m sendo as duas centrais consideradas como úteis.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 3 repetições, e tratamentos dispostos num esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 doses de nitrogênio em cobertura (45, 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N) x 4 doses de potássio em cobertura (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e para as diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), foram ajustados modelos de regressão com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Os modelos para ajuste das equações serão escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância. Foram avaliadas as seguintes características:

Altura de plantas: Distância, em metros, do solo ao topo da panícula em 6 plantas da parcela.

Massa verde e massa seca de cada parte da planta (colmo, folha e panícula) e da planta inteira.

Massa verde: pesagem das plantas colhidas na parcela e valores expressos em t ha<sup>-1</sup>.

Massa seca: secagem de amostras de 450 gramas de material fresco em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C até peso constante, valores expressos em t ha<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas não foi influenciada pelas doses de nitrogênio e potássio em cobertura, nas condições de realização deste trabalho.

A massa verde dos colmos teve comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 124,69 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Já para a massa verde das folhas, para cada 10 Kg de

nitrogênio aplicado em cobertura, a massa verde se reduz (3 kg ha<sup>-1</sup>) com o aumento das doses de nitrogênio. O aumento da massa verde de panícula não se alterou com a dose de nitrogênio (Figura 1).

ALCANTARA, *et al.*, (2015) observa que o parcelamento da adubação contribui no aumento da produção de massa verde de sorgo forrageiro de todas as partes da planta,

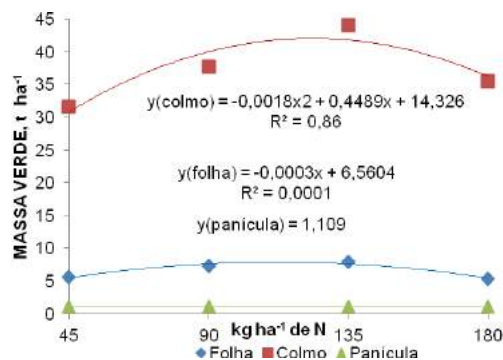


Figura 1: Valores para massa verde (t ha<sup>-1</sup>) das partes da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45, 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

A massa verde de folha teve comportamento quadrático em função do aumento da dose de potássio em cobertura independentemente da dose de nitrogênio adotada, atingindo o valor máximo obtido pela equação de regressão, entre 110 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. O ponto máximo de massa verde obtido foi com menor dose de nitrogênio. (Figura 2).

Isto permite inferir que para produção de massa verde de folha de sorgo sacarino doses recomendadas de aproximadamente 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e no máximo 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O são suficientes para uma boa produção. BISSANI (2008) também observa que existe um limite para a aplicação de doses de fertilizantes em cobertura para o sorgo.

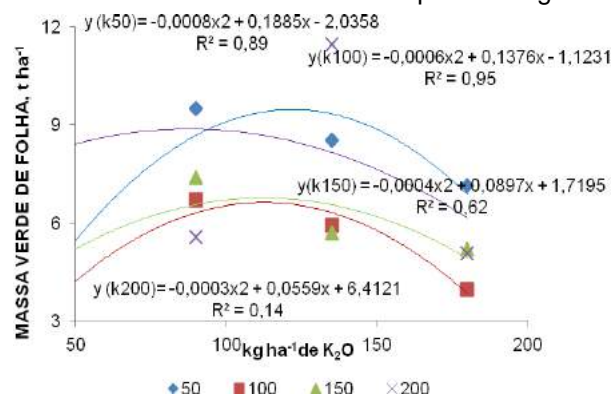
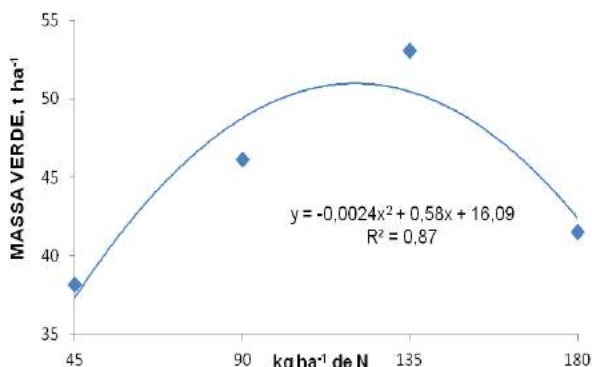


Figura 2: Valores para massa verde de folha (t ha<sup>-1</sup>) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses N e quatro doses de K<sub>2</sub>O (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

Para a massa verde da planta inteira de sorgo sacarino, observou-se comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 120,83 kg ha<sup>-1</sup> de N (**Figura 3**).

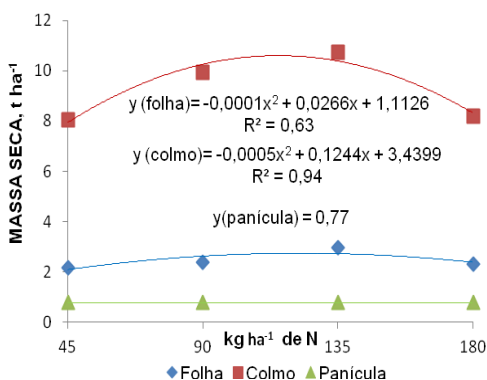
ALCANTARA, *et al*, (2015) obtêm 88 t ha<sup>-1</sup> de massa verde total com dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio.



**Figura 3:** Valores para massa verde da planta inteira (t ha<sup>-1</sup>) de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

Para massa seca de folha e de colmo, o comportamento foi quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão, entre 124 e 133 kg ha<sup>-1</sup> de N. Na panícula não teve variação de massa seca com o aumento das doses de nitrogênio. (**Figura 4**).

Isto permite inferir uma maior participação de folha e de colmo na massa seca total, com doses de aproximadamente 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. A baixa contribuição da panícula é explicada pela busca de maior participação de colmo no melhoramento de sorgo sacarino e ocorrência de ataques de pássaros serem comuns para esta espécie.



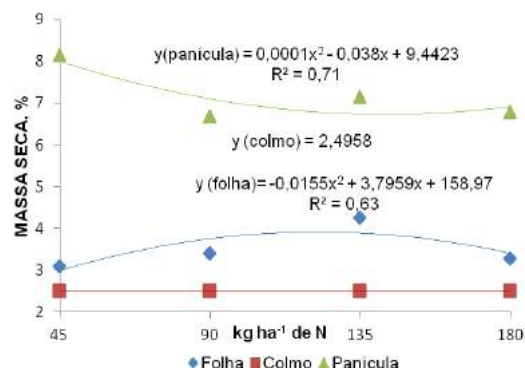
**Figura 4** Valores para massa seca (t ha<sup>-1</sup>) das partes da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

A porcentagem de massa seca do colmo não

teve variação com o aumento das doses de nitrogênio, já a porcentagem de folha teve comportamento quadrático em função do valor máximo obtido pela equação de regressão entre 122,4 kg ha<sup>-1</sup> de N. Já a porcentagem de massa seca de panícula tende a decrescer com o aumento das doses de nitrogênio notavelmente até 90 kg ha<sup>-1</sup> de N. (**Figura 5**).

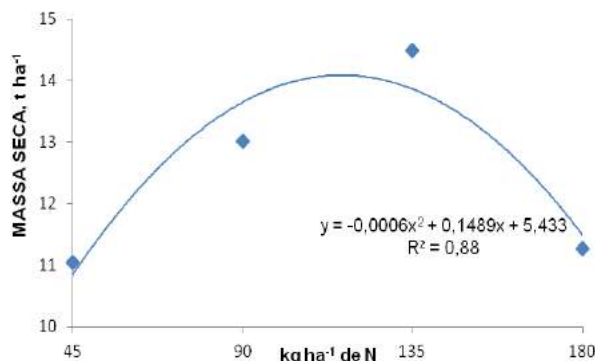
Segundo CARVALHO *et al*, (1992) se tratando das frações da planta de sorgo, o colmo é a que menos contribui para a elevação do teor de massa seca, seguido pelas folhas.

Este comportamento das diferentes partes com porcentagem de massa seca e previsível, para a panícula do sorgo sacarino, já que a genética tem priorização dos colmos.



**Figura 5:** Valores para massa seca (%) das partes da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG, 2016.

Para massa seca da planta inteira de sorgo sacarino, observou-se comportamento quadrático em função do aumento das doses de nitrogênio, com valor máximo obtido pela equação de regressão de 124 kg ha<sup>-1</sup> de N. (**Figura 6**). Superando o valor encontrado por OLIVEIRA *et al*, (2005), que evidencia com maior destaque a aplicação de 75 kg ha<sup>-1</sup> de N para porcentagem de massa seca.



**Figura 6:** Valores para massa seca da planta inteira (t ha<sup>-1</sup>) da planta de sorgo sacarino (BRS 509) submetido a quatro doses de N (45 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de N). UFSJ, Sete Lagoas, MG,



2016.

## CONCLUSÕES

Para uma boa produção de massa verde e massa seca de sorgo sacarino doses de nitrogênio entre 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> são adequadas.

Os colmos são os maiores responsáveis pela produção de massa vegetal de sorgo sacarino, seguidos pelas folhas e com pouca contribuição das panículas.

A produção de massa verde e massa seca de sorgo sacarino variam pouco em função do aumento das doses de potássio.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPMS-EMBRAPA, em especial aos pesquisadores Rafael Augusto da Costa Parrela e Flávia Cristina dos Santos pelo apoio e parceria.

A FAPEMIG pelo apoio ao desenvolvimento e apresentação do trabalho de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALCANTARA, P. B. X.; SOUZA, B.A.S.; SANTOS, S. L. L.; DAMACENO, Y. R. P.; CAMARA, F. T. Avaliação da resposta em massa verde do sorgo crioulo a adubação na Região do Cariri Cearese. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015, Fortaleza – CE.

BISSANI, C. A. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2008. 344 p.

CARVALHO, D. D. J. B. Andrade & P. Biondi. 1992. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo I: Produção de matéria seca e de proteína bruta. Bol. Ind. Anim., 49 (2): 91-99.

DURÃES, Frederico OM. Sorgo sacarino: desenvolvimento de tecnologia agrônoma. **Agroenergia em Revista**, 3rd edn. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária—EMBRAPA, Brasília, 2011.

FRANCO, A. A. N. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

MACEDO JUNIOR, E. K. Crescimento e produtividade de pepino (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e Fertirrigação, em cultivo protegido. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista - UNESP. Botucatu, 1998. 129p.

OLIVEIRA, R. P.; FRANÇA, A. F. S.; FILHO, O. R.; OLIVEIRA, E.R.; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S. Q. S. Características agronômicas de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob três doses de nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Tropical, 35 (1): 45-53, 2005.

OMETTO, J. C. Classificação Climática. In: OMETTO, J. C. Bioclimatologia tropical. São Paulo: Ceres, 1981, p.390-398.

PURCINO, A. A. C. Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. Revista Agroenergia [Sorgo sacarino: Tecnologia Agrônoma e Industrial para Alimentos e Energia]. Brasília, Ano II, edição 3, p.6, ago, 2011.

RESENDE A. V. de; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S. Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo. Sete Lagoas: Embrapa, 2009, p.8. Circular técnica, 119.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V.; V.H. (Ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação. Viçosa MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, p. 325-327.

## Produtividade de forragem e silagem de híbridos de milho associada à fixação biológica de nitrogênio e doses de nitrogênio em cobertura

Daniel C. SILVA<sup>(1)</sup>; Natalia COSTA<sup>(2)</sup>; Ariana V. SILVA<sup>(3)</sup>; Juliana C. ARAÚJO<sup>(4)</sup>; Otavio D. GIUNTI<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Discente; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS; Muzambinho, Minas Gerais; danielcesariodc@gmail.com; <sup>(2)</sup>Discente; IFSULDEMINAS; <sup>(3)</sup>Docente; IFSULDEMINAS; <sup>(4)</sup>Discente; IFSULDEMINAS; <sup>(5)</sup>Docente; IFSULDEMINAS.

**RESUMO:** A silagem de milho apresenta boa aceitação pelos ruminantes. Para alcançar maiores produtividades, faz-se necessárias práticas agrícolas sustentáveis, destacando-se a inoculação com *Azospirillum brasilense*. Assim, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a adubação nitrogenada em diferentes doses associada à inoculação biológica com bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* na produtividade de forragem e silagem de híbrido de milho convencional e transgênico na safra 2015/16. O delineamento experimental foi em DBC, esquema fatorial 2x4x2, sendo os híbridos de milho convencional 2B587 e o transgênico 2B587PW, quatro níveis de adubação nitrogenada em cobertura, 0, 70, 140 e 210 kg ha<sup>-1</sup> e dois níveis de inoculação, 0 e 200 mL no tratamento das sementes. Conclui-se que não há efeito na matéria verde em função dos diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura para os híbridos 2B587 e 2B587PW de milho e a presença ou não de *Azospirillum brasilense*. Enquanto que, o híbrido convencional 2B587 nas doses de 0 e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura apresentou maiores porcentagens de matéria seca.

**Termos de indexação:** Matéria verde. Matéria seca. *Zea mays* L.

### INTRODUÇÃO

A silagem de milho como a de outros vegetais tem boa aceitação por ruminantes, pois esses animais conseguem assimilar o material fibroso. A silagem de milho é útil para vários tipos de criações, entre eles os bovinos sejam para a produção de leite e/ou para ganhos de peso (animais de corte). Preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem requer um teor de matéria seca (MS) entre

30 a 35%, e no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e proporcionar uma boa fermentação para uma melhor aceitação dos animais (Nussio et al., 2001).

Quando se objetiva maximizar a produtividade de silagem, é primordial o investimento em insumos, principalmente em fertilizantes nitrogenados que são a base para a cultura do milho (Epstein & Bloom, 2005), visto que os solos brasileiros em sua maioria apresentam nível baixo de nitrogênio disponível, o que torna a adubação nitrogenada uma prática indispensável (Dartora et al., 2013).

Todavia, é necessário utilizar novas tecnologias que visem à racionalização do uso de fertilizantes nitrogenados devido ao elevado custo econômico e ambiental do processo industrial de fixação de nitrogênio aliado ao aumento da demanda por alimentos (Dartora et al., 2013).

Dentre as novas práticas destaca-se a fixação biológica de nitrogênio utilizando as bactérias *Azospirillum* spp., que possuem a capacidade de romper a tripla ligação do nitrogênio através da enzima dinitrogenase reduzindo o N<sub>2</sub> à amônia, além de produzir fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas incrementando absorção da água e minerais, maior tolerância a estresses como salinidade e seca, resultando em uma planta mais vigorosa e produtiva (Hungria, 2011).

Entre outras vantagens, Soares (2003) salienta o fato de não existirem perdas do N fixado, como ocorre com fertilizantes minerais, isso gera melhor aproveitamento deste nitrogênio pelas plantas. Além da economia de 30 a 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de adubo sintético com a utilização desta técnica no Brasil (Fancelli, 2010).

Mas, em relação ao material genético, não existem estudos na literatura que afirmam se a resistência a herbicidas e inseticidas através da



transgenia interfere nas características agrônômicas de plantas de milho, em especial a produtividade.

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a adubação nitrogenada em diferentes doses associada à inoculação biológica com bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* na produtividade de forragem e silagem de híbrido de milho convencional e transgênico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Muzambinho, no ano agrícola de 2015/2016. A área experimental possui solo tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e está situada a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste. A classificação climática predominante da região segundo Köppen é Cwb, ou seja, clima tropical de altitude, caracterizado com verão chuvoso e inverno mais ou menos seco (Sá Júnior et al., 2012). A temperatura média e a precipitação pluvial média anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4x2, sendo dois híbridos de milho (convencional e transgênico), quatro doses de nitrogênio (0, 70, 140 e 210 kg ha<sup>-1</sup>), na presença e ausência de *A. brasilense* (0 e 200 mL ha<sup>-1</sup>) com três repetições, totalizando 48 parcelas. Cada parcela experimental com 4,0 m de comprimento por 2,0 m de largura, no espaçamento entrelinhas de 0,50 m, ou seja, 12,0m<sup>2</sup>. Sendo quatro linhas de plantio, as duas extremidades constituíram as bordaduras e nas duas linhas centrais procedeu-se a colheita da forragem e a determinação da matéria seca da silagem. A área total do experimento foi de 508 m<sup>2</sup>.

Inicialmente realizou-se uma amostragem de solo na camada de 0-20 cm da área experimental a fim de caracterizar a fertilidade do local: P – 9,8 mg dm<sup>-3</sup>; K – 133 mg dm<sup>-3</sup>; Ca – 2,89 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg 1,26 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al – 0,00 cmolc dm<sup>-3</sup>; M.O. – 3,14 dag kg<sup>-2</sup>; Zn – 5,6 mg dm<sup>-3</sup>; Fe – 43,5 mg dm<sup>-3</sup>; Mn – 10,6 mg dm<sup>-3</sup>; Cu – 1,7 mg dm<sup>-3</sup>; B – 0,28 mg dm<sup>-3</sup>; S – 28,4 mg dm<sup>-3</sup>; V – 59,7%.

Para o preparo do solo, foi realizada uma operação de escarificação e duas de gradagem, e em seguida, no dia 29/10/2015 foi semeado os híbridos simples de milho, o convencional 2B587 e o transgênico 2B587PW, ambos precoces de grãos semidentados amarelo-alaranjados, com uma população de 80 mil plantas ha<sup>-1</sup>, utilizando-se 360 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-16 após recomendação a partir da análise do solo.

A inoculação foi realizada à sombra e no momento do plantio, na dose de 200 mL com o

produto comercial Masterfix Gramineas® com as estirpes AbV5 e AbV6 de *A. brasilense* (2x10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup>), pois o produto comercial utilizado neste estudo apresenta concentração mínima de 200 milhões de células viáveis mL<sup>-1</sup>, conforme preconizado pela legislação brasileira (Hungria, 2011).

A adubação em cobertura foi realizada aos 25 dias após a emergência (DAS) no estágio V4, a base de nitrato de amônio, variando a dose de acordo com os tratamentos.

O manejo fitossanitário foi realizado de acordo com a necessidade e de acordo com o monitoramento visando à sustentabilidade do agroecossistema, ou seja, manejo integrado de plantas daninhas, pragas e doenças. Desse modo realizaram-se duas aplicações de inseticidas, a primeira aos 20 DAS com inseticida do grupo químico Piretróide visando o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), a segunda do grupo químico Clorpirifós visando o controle da larva alfinete (*Diabrotica speciosa*) aos 35 DAS. O controle de plantas daninhas foi realizado utilizando-se os herbicidas dos grupos Atrazine e Nicosulfurom ambos aplicados aos 15 DAS.

A colheita da silagem foi realizada aos 105 DAS no estágio compreendido entre R4 e R5, ou seja, quando os grãos estavam entre farináceo e farináceo-duro.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste “F” e utilizando-se o programa SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2011) e, ocorrendo diferença entre as médias, estas foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a produtividade de matéria verde, em relação aos quatro níveis de adubação em cobertura, a inoculação ou não com *Azospirillum brasilense* e a utilização de um híbrido convencional e outro transgênico, não houve diferenças significativas ao nível de 0,05 de probabilidade (**Tabela 1**).

Em relação à matéria seca, apenas a variável híbrido de milho houve diferença significativa, sendo que o convencional 2B587 apresentou a maior porcentagem (**Tabela 1**).

**Tabela 1** - Análise de variância para matéria verde e matéria seca de dois híbridos de milho, quatro doses de nitrogênio em cobertura e duas doses de inoculante. Muzambinho, MG, safra 2015/2016.

Fontes de Variação	Matéria Verde		
	G.L.	Q.M.	Pr>Fc
Dose N (N)	3	140,4	0,2809
Inoculação (I)	1	23,3	0,6408
Híbrido (H)	1	360,2	0,0737
N x I	3	30,7	0,8389
N x H	3	42,6	0,7108
I x H	1	328,13	0,0871
N x I x H	3	275,6	0,0681
Bloco	2	251,1	0,8090
Erro	30	105,3	
CV		14%	

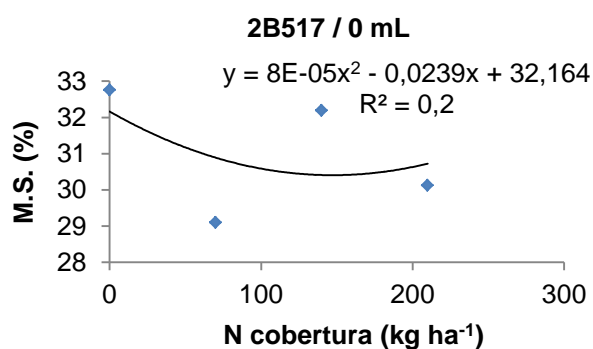
  

Fontes de Variação	Matéria Seca		
	G.L.	Q.M.	Pr>Fc
Dose N (N)	3	1,2	0,8646
Inoculação (I)	1	4,3	0,3522
Híbrido (H)	1	81,6	0,0003*
N x I	3	8,0	0,1651
N x H	3	4,2	0,4600
I x H	1	2,99	0,4373
N x I x H	3	6,3	0,2901
Bloco	2	3,3	0,5131
Erro	30	4,8	
CV		7,5%	

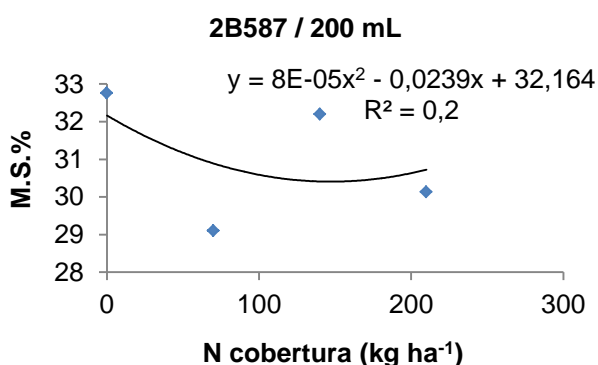
Diante disso, analisando as interações dos tratamentos, certifica-se na interação híbrido x doses de adubação, quando se aplica as doses de 0 e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N, o híbrido 2B587 apresenta maiores níveis de matéria seca em comparação ao 2B587PW, além de que nas doses de 70 e 210 kg ha<sup>-1</sup> de N a variável analisada não diferiu significativamente (**Figura 1**).

Para o híbrido 2B587, a porcentagem de MS é maior na ausência da cobertura de nitrogênio. Para o 2B587PW, maiores níveis de MS são observados nas doses próximas a 100 kg ha<sup>-1</sup> (**Figura 1**).

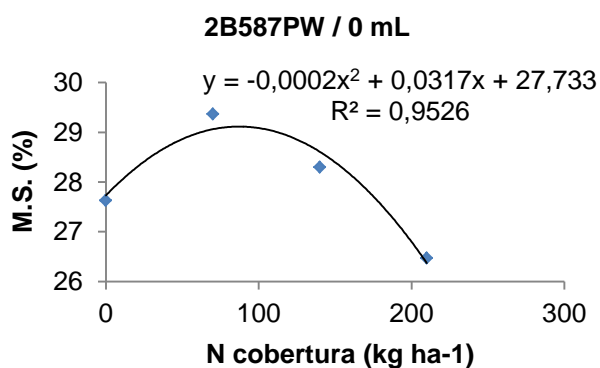
A)



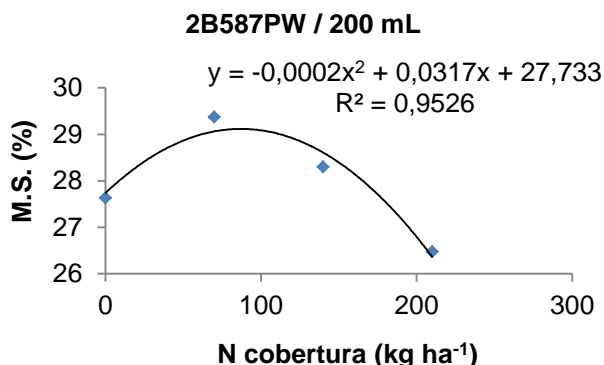
B)



C)

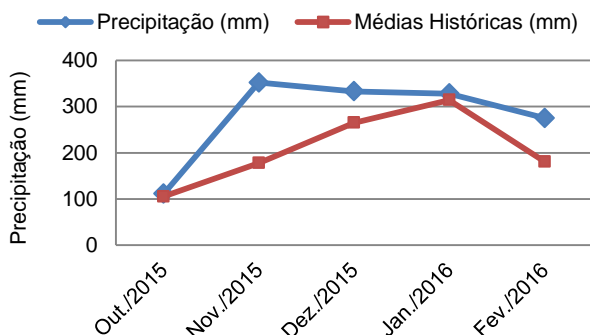


D)



**Figura 1.** Comportamento dos genótipos 2B587 e 2B587PW e doses de inoculante para matéria seca em diferentes níveis de adubação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. Muzambinho, MG, safra 2015/2016.

Conforme os dados pluviométricos durante o ciclo da cultura (**Figura 2**) pode-se inferir que o excesso de chuva pode ter causado uma lixiviação do nitrogênio aplicado à base de nitrato de amônio, ocasionando na não diferença significativa nas doses aplicadas em cobertura.



**Figura 2.** Comparativo entre precipitação durante o ciclo da cultura com as médias históricas. Muzambinho, MG, safra 2015/2016.

Para a inoculação, necessita-se de uma melhor compreensão das estirpes ao ambiente de cultivo (tipo de manejo de solo e condições climáticas) além da eficiência na assimilação de nitrogênio em condições de campo, bem como a interação entre o tempo de produção e o uso do inoculante na propriedade rural e a dose utilizada no tratamento de sementes (Silva et. al., 2011).

Os dados obtidos para matéria seca não se relacionam com outros publicados (Araújo et al., 2004; Gomes et al., 2007), visto que não foi observada uma linearidade positivas de acúmulo de massa de matéria seca pelas plantas em função do aumento da aplicação de doses de N.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que não há efeito na matéria verde em função dos diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura para os híbridos 2B587 e 2B587PW de milho e a presença ou não de *Azospirillum brasilense*. Enquanto que, o híbrido convencional 2B587 nas doses de 0 e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura apresentou maiores porcentagens de matéria seca.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica e aos IFSULDEMNAS *campus* Muzambinho pelo apoio e infraestrutura.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.
- DARTORA, J. *Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicaena* cultura do milho*. 17 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Marechal Cândido Rondon, 2013. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 15 ago. 2014.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Mineral nutrition of plants: principles and perspective. 2. ed., **Sinauer Associates**, 400 p., 2005.
- FANCELLI, A. L. *Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho*. Piracicaba: IPNI – International Plant Nutrition Institute Brazil, 2010. 16 p. (IPNI. Informações Agrônômicas, 131).
- FERREIRA, D. F. *Sisvar*: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- GOMES, R. F.; SILVA, A. G. da; ASSIS, R. X. de; PIRES, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sobre plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 31. n. 5. p. 931-938, 2007.
- HUNGRIA, M. *Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo*. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2011. 37 p. (EMBRAPA SOJA. Documentos, 325).
- KÖPPEN, W. *Climatología: conunestudio de los climas de La Tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. p.127-145. Maringá, 2001. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. **Anais...**, Maringá, 2001.

SILVA, A. G. da; DUARTE, A. P.; PIEDADE, R. de C.; COSTA, H. P.; MEIRELES, K. G. C. **Inoculação de sementes com *Azospirillum* e nitrogênio em cobertura no milho safrinha**. In: Seminário Nacional Milho Safrinha, 12., 2013. Dourados, 2013. 6 p.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (*Zea mays* L.)**. 112 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/SP, 2003.

SÁ JÚNIOR, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, F. F.; ALVES, M. C. Application of the Köeppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, p. 1-7, 2012.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---



## Produtividade de grãos de milho em sistema de Integração Lavoura-Pecuária após inoculação com *Azospirillum brasiliense* em Cerrado

**Viviane Cristina Modesto<sup>(1)</sup>; Marcelo Andreotti<sup>(2)</sup>; Deyvison de Asevedo Soares<sup>(3)</sup>; Allan Hisashi Nakao<sup>(4)</sup>; Lourdes Dickmann<sup>(5)</sup>; Leandro Alves Freitas<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Doutoranda do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/ FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil, vivianemodesto@hotmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP/FEIS; <sup>(3,4,5,6)</sup> Pós-graduandos do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira UNESP/FEIS.

**RESUMO:** Considerando a resposta positiva do cultivo consorciado de culturas produtoras de grãos com espécies forrageiras na disponibilização de forragem no período de escassez, aliado ao manejo do nitrogênio e da sua fixação biológica objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milho, sob efeito da inoculação ou não com *Azospirillum brasiliense* nas sementes de milho em cultivo exclusivo (solteiro) ou consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu). Os experimentos foram conduzidos em um LATOSSOLO VERMELHO distrófico, sob condições irrigadas e de sequeiro, no Cerrado de baixa altitude. Os experimentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Para determinação da produtividade de grãos foram coletadas todas as espigas da parcela útil, debulhadas e pesadas para transformação em kg ha<sup>-1</sup>. O consórcio milho+capim-marandu aliado à inoculação com *A. brasiliense* nas sementes do milho em sistema irrigado proporcionou maior produtividade de grãos. Enquanto que em sistema de sequeiro, somente o consórcio sem inoculação nas sementes de milho proporcionaram maior produtividade de grãos.

**Termos de indexação:** *Zea mays*; bactérias diazotróficas; rendimento de grãos

### INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração-lavoura-pecuária, aliados aos sistemas de Plantio Direto promovem melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, pois pela rotação de culturas há inclusão de espécies com diferentes sistemas radiculares, além de resíduos vegetais com diferentes relações C/N, o que contribui para

alterações das taxas de decomposição e ciclagem de nutrientes (Costa et al., 2015), além de fornecer palhada para a cultura subsequente.

O uso de fertilizantes químicos nitrogenados na cultura do milho é um dos fatores que mais onera os custos de produção, além de que, o fato de ocorrerem perdas significativas durante os cultivos causam danos ao meio ambiente (Matsumura et al., 2015). Assim, alternativas visando ao aumento da eficiência de utilização do nitrogênio, pelo uso de bactérias fixadoras (FBN), especialmente as do gênero *Azospirillum*, que atuam suprindo diretamente a demanda vegetal por nutrientes e água, através de mecanismos diretos de promoção do crescimento, aumento da resistência e tolerância das plantas contra estresses bióticos e abióticos são necessárias (Spolaor et al., 2016).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de milho advindo de sementes inoculadas ou não com *Azospirillum brasiliense* em cultivo exclusivo (solteiro) ou consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu).

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no ano agrícola (2015/2016), em área de Cerrado de baixa altitude irrigada (pivô central) e de sequeiro na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), localizada no município de Selvíria-MS.

O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Os dados diários referentes às temperaturas máximas, mínima, e precipitação pluvial foram coletados junto

à estação meteorológica situada na FEPE (FEIS/UNESP) e encontram-se na Figura 1.

O solo da área experimental, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) é um LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico argiloso e está sendo cultivado com culturas anuais em Sistema Plantio Direto há 10 anos, sendo a cultura anterior o capim-marandu. Foram coletadas amostras de solo deformadas, com trado de rosca na profundidade de 0 a 0,20 m para a caracterização de sua fertilidade inicial (Raij et al., 2001) que encontram-se na Tabela 1.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo seis tratamentos, constituídos do cultivo do híbrido simples de milho DKB 350 YG (exclusivamente ou em consórcio com a *Urochloa brizantha* cv. Marandu) com ou sem a inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*, assim descritos: milho (solteiro) com semente inoculada; milho (solteiro) sem semente inoculada; milho + capim-marandu (consórcio) sem inoculação; milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação em ambas as sementes; milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação das sementes do milho e milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação das sementes do capim.

O preparo da área foi realizado com dessecação preliminar, feita com uso do herbicida Glyphosate, com posterior manejo utilizando triturador horizontal de resíduos vegetais (triton). A cultura do milho foi semeada mecanicamente (0,45 m entrelinhas) por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD, objetivando-se atingir um estande final de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A semeadura do capim-marandu foi realizada simultaneamente ao milho, sendo efetuado com a mistura das sementes do capim com o adubo de semeadura que constituiu de 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-28-16 (24 kg ha<sup>-1</sup> de N, 84 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 48 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). As sementes do milho e/ou forrageira foram inoculadas à sombra com o inoculante líquido, momentos antes da semeadura, utilizando-se da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*, fornecida pelo inoculante AZO Total na dose de 100 mL/25 kg de sementes. Durante a condução da cultura foram realizadas as práticas fitotécnicas de acordo com a sua necessidade.

Para determinação da produtividade foram coletadas todas as espigas da parcela útil, debulhadas e pesadas para transformação em kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05). Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste de "t", utilizando o software SISVAR® (Ferreira, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de pluviosidade e temperatura do ar (Figura 1) indicam que as condições do clima foram adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas. O estresse hídrico na cultura do milho limita desenvolvimento da espiga e a translocação de carboidratos para os grãos, além de afetar a resposta da planta ao nitrogênio (Kappes et al., 2013).

Na Tabela 2 constam os efeitos da inoculação ou não com *Azospirillum brasilense* nas sementes de milho em cultivo exclusivo (solteiro) ou consorciado com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) sobre os valores médios de produtividade do milho.

Observaram-se em ambas as áreas (irrigada e de sequeiro) resultados significativos para a produtividade de grãos, com destaque para a área irrigada, onde os valores de produtividade foram superiores em relação à área de sequeiro, fato decorrente do maior controle e disponibilidade de água.

A inoculação das sementes de milho com *A. brasilense* aliada ao consórcio com capim-marandu proporcionou o melhor resultado, provavelmente em decorrência dos benefícios proporcionados pelas bactérias diazotróficas na FBN, absorção de água, nutrientes devido ao incremento radicular, além do melhor condicionamento do solo e mineralização da matéria orgânica proporcionado pelo consórcio.

Em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, especialmente em sistema de integração lavoura-pasto, ocorre aumento da produtividade de grãos após a pastagem, que também produz mais após o solo ser utilizado para cultivo de grãos (Cordeiro et al., 2015), proporcionando benefício mútuo para ambos os sistemas

Kappes et al. (2013) concluíram que sementes de milho inoculadas com *Azospirillum brasilense* proporcionaram maior produtividade (9,4%). Os autores ressaltaram o papel significativo das bactérias diazotróficas no desempenho desta cultura, ao mesmo tempo em que demonstram o potencial de utilização da tecnologia estudada

Ainda no experimento sob pivô central, o tratamento que recebeu inoculação em ambas as sementes (milho e capim-marandu), apresentou menor produtividade, possivelmente devido à maior competição entre as plantas de milho e capim por nutrientes e água. Segundo Pariz et al. (2011) o comportamento da cultura do milho quando em consórcio com Urochloas pode prejudicar desenvolvimento e consequentemente a produtividade de grãos, pois é influenciado principalmente pela velocidade de estabelecimento

da forrageira e aumento da competição por água, luz e nutrientes.

A inoculação de sementes de milho em área de sequeiro nas condições edafoclimáticas do Cerrado de baixa altitude não foram suficientes para o incremento em produtividade de modo expressivo. Silva et al. (2015) relatam que o plantio da forrageira na linha do milho pode favorecer o crescimento da *Urochloa* devido sua proximidade com o adubo depositado na linha, visando a nutrição do milho, causando efeito negativo sobre a cultura, o que pode ter ocorrido nesse experimento. Ainda que não tenham altos incrementos em produtividade, o consórcio é a alternativa mais viável, pois aumenta a quantidade de palha necessária para manutenção do sistema de Plantio Direto ou formação de pastagem para aproveitamento pelos animais (Cecon et al., 2014).

Apesar de o estudo apresentar resultados satisfatórios, são necessárias outras pesquisas utilizando *Azospirillum brasilense* e genótipos de milho em sistemas de consórcio para se alcançar viabilidade no uso dessas bactérias e usufruir dos benefícios que esse tipo de microrganismo pode trazer para a cultura.

### CONCLUSÕES

A inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasilense* em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária em Plantio Direto favoreceu a produtividade de grãos de milho em área irrigada

O consórcio de milho com *Urochloa brizantha* cv. Marandu em condições de sequeiro proporcionaram incrementos em produtividade devido às melhorias de qualidade físico-química do solo.

### AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de doutorado da primeira autora, através do processo 2014/02697-1.

### REFERÊNCIAS

CECON, G.; SILVA, J. F.; NETO, A. L. N.; MAKINO, P. A.; SANTOS, A. Produtividade de milho safrinha em espaçamento reduzido com populações de milho e de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. S. B.; LONGHINI, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em

Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 852-863, June 2015 .

CORDEIRO et al. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta : o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF, 2015. 393 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. (2003) Sisvar: versão 4.2. Lavras: UFLA.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 527-538, 2013.

MATSUMURA, E. E.; SECCO, E. A.; MOREIRA, R. S.; PAIS dos SANTOS, O. J. A.; HUNGRIA, M.; OLIVEIRA, A. L. M. Composition and activity of endophytic bacterial communities in field-grown maize plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Annals of Microbiology**, v. 65, n. 4, p. 2187-2200, 2015.

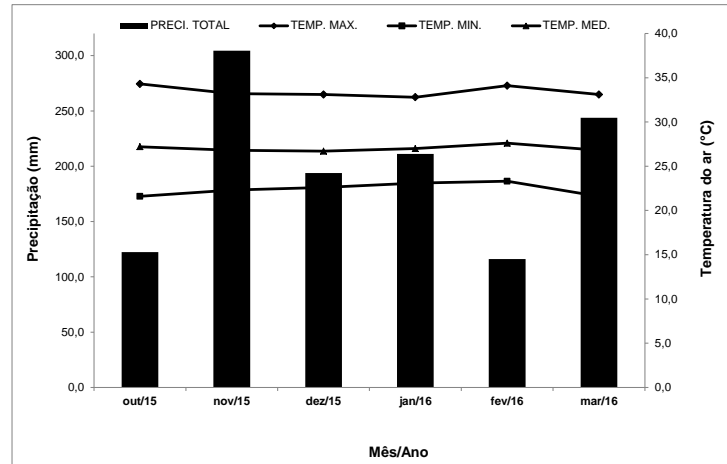
PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZZETTI, S.; CHIORDEROLI, C. A. Technical and economic performance of corn intercropped with *Panicum* and *Brachiaria* forage in crop-livestock integration system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, p. 360-370, 2009.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284p.

SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M. F.; MOREIRA DE, M. A.; SILVA A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; FERREIRA, L. R. CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, 1394-1400, 2015.

SPOLAOR, L. T.; GONÇALVES, L. S. A.; SANTOS, PAIS dos SANTOS, O. J. A.; OLIVEIRA, MARTINEZ DE, A. M.; SCAPIIM, C. A.; BERTAGNA, F. A. B.; KUKI, M. A.. Bactérias promotoras de crescimento associadas à adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônomo de milho pipoca. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 1, p. 33-40, Mar. 2016.

**Figura 1.** Dados de temperatura do ar e precipitação entre a semeadura e colheita dos experimentos (2015/2016). Selvíria – MS (2016).



**Fonte:** Estação meteorológica localizada na fazenda de ensino, pesquisa e extensão da Unesp-Ilha Solteira (FEPE), Selvíria-MS.

**Tabela 1.** Caracterização inicial dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0 a 0,20 metros. Selvíria, Mato Grosso do Sul.

Prof. (m)	P mg dm <sup>-3</sup>	MO g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al	SB	CTC	S-SO <sub>4</sub> mg dm <sup>-3</sup>	V %	m
Área de Sequeiro													
0-0,20	33	25	4,4	2,5	13	7	58	11	22,5	80,5	14	28	33
Área Irrigada													
0-0,20	18	20	4,9	3,5	17	15	38	3,5	39	76,8	11	49	5,8

**Tabela 2.** Produtividade do híbrido de milho DKB 350, exclusivamente ou em consórcio com capim-marandu e inoculação ou não das sementes com *Azospirillum brasilense*. Selvíria – MS, 2015/2016.

Tratamentos <sup>1</sup>	Irrigado	Sequeiro
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----	
	*	*
<b>MSSI</b>	7335 ab	4295 c
<b>MCSI</b>	6768 abc	6422 a
<b>MCIU</b>	6320 bc	6154 a
<b>MCIM</b>	7388 a	4872 bc
<b>MSI</b>	6201 c	4975 bc
<b>MCIMU</b>	6084 c	5568 ab
<b>CV %</b>	10,42	12,32

<sup>1</sup> MSSI = Milho (solteiro) sem semente inoculada; MCSI = Milho + capim-marandu (consórcio) sem inoculação; MCIU = Milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação nas sementes do capim; MCIM = Milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação nas sementes do milho; MSI = Milho (solteiro) com semente inoculada; MCIMU = Milho + capim-marandu (consórcio) com inoculação em ambas as sementes. \*Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste "t" a 5% de probabilidade.





## Produtividade de milho convencional 2B587 em diferentes doses de Nitrogênio

Rodrigo Moreira Albano da Silva<sup>(1)</sup>; Eduarda de Oliveira<sup>(2)</sup>; Ariana Vieira Silva<sup>(3)</sup>; Antônio Carlos Oliveira Junior<sup>(4)</sup>; Guilherme Vinicius Teixeira<sup>(5)</sup>; Marcelo Bregagnoli<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS) - *campus* Muzambinho; Muzambinho, Minas Gerais, rmoreiraas@gmail.com; <sup>(2)</sup>Estudante IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho; <sup>(3)</sup> Professora; IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho; <sup>(4)</sup> Estudante; IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho; <sup>(5)</sup> Estudante; IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho.; <sup>(6)</sup> Reitor; IFSULDEMINAS - *campus* Pouso Alegre.

**RESUMO:** O nitrogênio (N) é um dos nutrientes exigidos em grandes quantidades pelas plantas. Nesse trabalho objetivou-se avaliar, cinco doses de nitrogênio para observar se há interferência na produtividade do milho híbrido convencional 2B587. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Muzambinho, o híbrido de milho utilizado foi o 2B587. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo avaliados cinco doses de sulfato de amônio em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 N ha<sup>-1</sup>) com 4 repetições. Os dados foram analisados estatisticamente, utilizando o teste F pelo SISVAR ao nível de probabilidade de 5%. Foi avaliado produtividade, número de fileiras, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga. A produtividade foi influenciada pelas doses, enquanto que o número de fileiras não houve incremento. O número de grãos por fileira e o diâmetro foi aumentado de acordo com o aumento das doses de nitrogênio em cobertura.

### INTRODUÇÃO

O milho é um cereal de grande importância na alimentação humana e animal, fazendo com que o mesmo, seja extremamente usado no Brasil e no mundo (Demarchi, 2012).

O nitrogênio é o nutriente mais extraído do solo, justificando maiores investimentos em adubação para o milho, pois sua exportação acaba sendo extremamente significativa quando comparada aos outros nutrientes (NEUMANN et al., 2005).

Segundo Lopes (1995), para produção de 10 t ha<sup>-1</sup> de milho são necessários 250 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

O nitrogênio (N) pode ser absorvido pelas plantas de duas maneiras: por nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), a maioria das culturas absorve grande quantidade na forma de nitrato, porém

estudos comprovam que a cultura do milho consegue absorver grande parte em amônio (Lopes, 1995).

Uma boa adubação de N promove redução de água no grão, significa dizer que a planta consegue acumular mais carboidratos, conferindo um incremento de produtividade do milho de até 3,5 t ha<sup>-1</sup> (Lopes, 1995).

Considerando isso, o presente trabalho objetivou avaliar se houve incremento na produtividade de milho convencional com cinco doses de sulfato de amônio (0, 60, 120, 180 e 240 kg N ha<sup>-1</sup>).

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, no ano agrícola de 2014/2015. A área experimental possui solo tipo Latossolo Vermelho Distrófico típico e está situada a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste. A região se enquadra no clima tipo Cwb segundo Köppen (1948), ou seja, clima tropical de altitude, caracterizado com verão chuvoso e inverno mais ou menos seco. A temperatura média e a precipitação pluviométrica média anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

Inicialmente realizou-se uma amostragem de solo da área experimental a fim de caracterizar a fertilidade do local: P – 12,9 mg dm<sup>-3</sup>; K – 220 mg dm<sup>-3</sup>; Ca – 3,06 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg – 1,70 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al – 0,04 cmolc dm<sup>-3</sup>; M.O. – 3,14 dag kg<sup>-2</sup>; Zn – 15,3 mg dm<sup>-3</sup>; Fe – 44,0 mg dm<sup>-3</sup>; Mn – 12,5 mg dm<sup>-3</sup>; Cu – 2,3 mg dm<sup>-3</sup>; B – 0,26 mg dm<sup>-3</sup>; S – 11,7 mg dm<sup>-3</sup>; V – 66,2%.

Após isso foi realizado preparo convencional do solo caracterizado por uma aração e duas gradagens no dia 9 de janeiro de 2015.

O híbrido usado foi o 2B587 e sua semeadura foi realizada no dia 22 de janeiro de 2015 na densidade

de 80 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ , com espaçamento de 0,50 m entre linhas.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo avaliados cinco doses diferentes de sulfato de amônio em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240  $\text{kg ha}^{-1}$ ), essas, com 4 repetições.

As adubações de semeadura foram realizadas manualmente com 250  $\text{kg ha}^{-1}$  de 8-28-16. O sulfato de amônio foi aplicado em cobertura quando as plantas estavam com cinco a seis folhas totalmente expandidas.

Quanto ao manejo fitossanitário, foi realizada uma pulverização com a mistura de atrazina e nicosulfurom a fim de controlar plantas invasoras, além de um inseticida a base de clorpirifós para o controle da lagarta do cartucho e vaquinha.

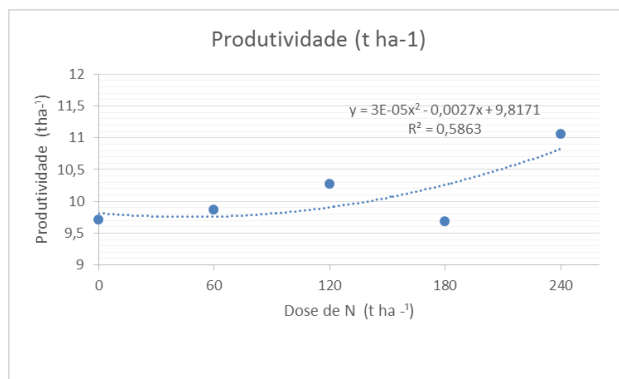
Foram avaliados a produtividade em toneladas por hectare além de número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, avaliando-se 10 plantas por parcela e estabelecendo a média e os ajustes para as unidades usuais.

Todos os dados coletados foram analisados estatisticamente através do teste F e regressão ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quesito produtividade de grãos vale ressaltar que a mesmo o tratamento com 0  $\text{kg de N ha}^{-1}$  obteve produção bem maior que a média nacional apresentada pela Conab (2015) de 5294  $\text{Kg ha}^{-1}$ , podendo concluir que o solo onde se desenvolveu o trabalho possui uma boa capacidade de suprimento de N.

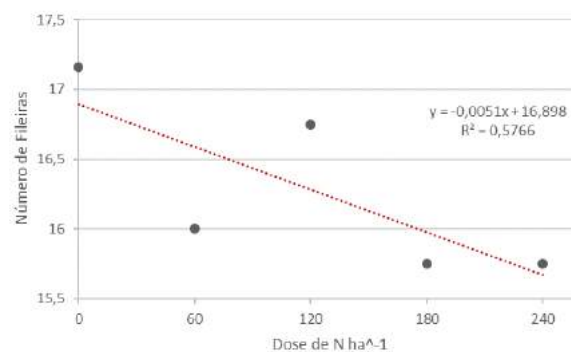
Como se pode ver na **figura 1**, o tratamento com 0  $\text{kg de N ha}^{-1}$  produziu pouco mais que 9,5  $\text{t ha}^{-1}$  e o outro extremo com 240  $\text{kg de N ha}^{-1}$  produziu um pouco mais que 11  $\text{t ha}^{-1}$ , ou seja, um incremento de 1,5  $\text{t ha}^{-1}$  apesar dessa diferença não ser significativa estatisticamente. Segundo Pereira et al. (1999), para o N ser significativo na produtividade, são necessárias condições favoráveis de clima e a capacidade do solo em fornecer N.



**Figura 1.** Produtividade de milho ( $\text{t ha}^{-1}$ ) em função a dose de N  $\text{ha}^{-1}$ .

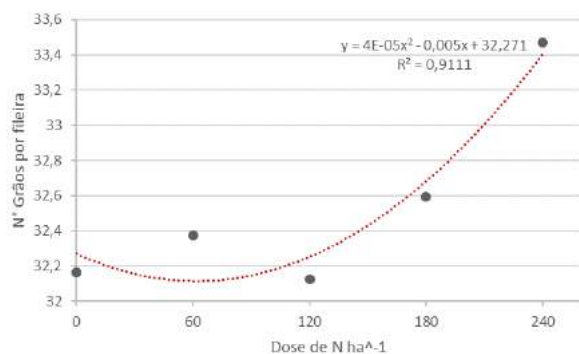
Em relação ao número de fileiras por espiga, retratado na **figura 2**, não ocorreu diferença significativa. Esse resultado já era esperado, considerando-se que o número de fileiras por espiga é um componente dependente da característica genética do genótipo (Caires, 2016; Fernandes et al., 2005; Valderrama et al., 2011).

Nesse cenário vale salientar, que os números de fileiras são sempre pares, porém as médias das avaliações podem expressar valores ímpares e não inteiros em decorrência do uso de metodologias que não contemplem suas particularidades.. (CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010; VALDERRAMA et al., 2011)



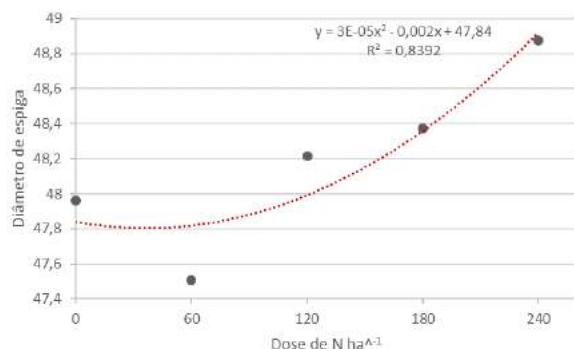
**Figura 2.** Número de fileiras por espiga em função a dose de N  $\text{ha}^{-1}$ .

O número de grãos por fileira (**Figura 3**) teve resultado positivo de acordo com o aumento da dosagem de N. Os resultados foram de 33,2 para próximo de 33,6. O valor médio foi de 32,6, considerado valor médio baixo. De acordo com Balbinot Júnior (2005), os valores médios foram de 38,2 para o número de grãos por fileira.



**Figura 3.** Número de grãos por fileira em função a dose de N ha<sup>-1</sup>.

Já o diâmetro de espiga, apresentado na **figura 4**, teve uma boa variação saindo de 47,8 mm sob uma adubação de cobertura correspondente a 0 kg ha<sup>-1</sup> para próximo de 49 mm com a adubação de 240 kg ha<sup>-1</sup>. Isso confere diretamente ao tamanho do grão e, conseqüentemente a densidade dos grãos. Lopes et al. (2010) também encontraram número maiores para diâmetro da espiga de acordo com o aumento de doses de N.



**Figura 4.** Diâmetro da espiga (mm) em função a dose de N ha<sup>-1</sup>.

### CONCLUSÕES

A produtividade foi influenciada pelas doses, enquanto que o número de fileiras não houve incremento. O número de grãos por fileira e o diâmetro foi aumentado de acordo com o aumento das doses de nitrogênio em cobertura.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho pelo apoio e infraestrutura, pela orientação dos professores Ariana e Marcelo e aos colegas que contribuíram no trabalho.

### REFERÊNCIAS

BALBINOT JÚNIOR., A. et al. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.2, p.161-166, 2005. Disponível em: <<http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewFile/1184/977>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

CAIRES, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração *Revista Bragantia*, Campinas v. 75, n. 1, p.87-95, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S006-87052016000100087&lang=pt#B12](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006-87052016000100087&lang=pt#B12)>. Acesso em: 04 dez. 2015.

CONAB. **Safra brasileira de grãos**, v.2 - Safra 2014/15, n.9 - Nono Levantamento, Brasília, p. 1-104, Junho. 2015.

CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Controle Genético do Número de Fileiras da Espiga do Milho**. Goiânia: Cnms, 2010. 5 p.

DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária**. 2012. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho\\_2011\\_12.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_2011_12.pdf)>. Acesso em: 19 mai. 2016.

FERNANDES, F. C. S. et al. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p.195-204, fev. 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/revistas/RBMS/v04n02/v04n02a06.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

LOPES, A. S. **Manual Internacional de fertilidade do solo**. Lavras: Ufla, p. 186, 1995.

LOPES, M. S. Comprimento, Diâmetro e Matéria Seca da Espiga em Milho sob Influência de Vários Níveis de Nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **CD Room...** Goiânia: Embrapa, 2010. p. 1385-1390. Disponível em: <[http://www.abms.org.br/cn\\_milho/trabalhos/0188.pdf](http://www.abms.org.br/cn_milho/trabalhos/0188.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2016.

NEUMANN, M. et al. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em



cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, p.418-427, nov. 2005.

PEREIRA, S. L.; ARAÚJO, G. A. A.; SEDIYAMA, C. S.; VIEIRA, C.; MOSQUIM, P. R. Efeitos da adubação nitrogenada e molíbdica sobre a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, p. 790-798, 1999.

RESENDE, M. et al. **A cultura do milho irrigado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 317p.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; MINHOTO, M. C. T. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 254-263, 2011.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---



## **Produtividade de milho em diferentes métodos de aplicação de dejetos líquido suíno e fertilizante mineral**

**Gustavo Ferreira de Oliveira <sup>(1)</sup>; Marco Segalla Prazeres <sup>(1)</sup>; Diego Fernando Roters <sup>(2)</sup>; Camila Segalla Prazeres <sup>(3)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Mestrando em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UDESC; Lages, SC; <sup>(2)</sup> Doutorando em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UDESC; Lages, SC; <sup>(3)</sup> Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina CAV/UDESC; Lages, SC. E-mail: marcossegalla@hotmail.com.

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de milho em diferentes métodos de aplicação de dejetos líquidos suínos (DLS) e fertilizante mineral (NPK), em um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico, na região do Planalto Sul Catarinense, durante a safra 2015/2016. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos compreenderam duas formas de aplicação: superficial e incorporada; dois tipos de fertilizantes: fertilizante mineral (NPK) e o dejetos líquidos suínos (DLS); além de um controle sem fertilizante. O rendimento de grãos foi influenciado pelos tratamentos, que aumentaram através da aplicação do fertilizante mineral ou do dejetos líquidos suínos, no entanto não houve diferença significativa entre os métodos aplicados.

**Termos de indexação:** rendimento, formas de aplicação, fertilizantes.

## INTRODUÇÃO

A suinocultura se destaca pela importância econômica na Região Sul como uma atividade geradora de emprego e renda, dando sustentação ao desenvolvimento agroindustrial competitivo no cenário nacional e internacional (SEGANFREDO, 2007). Contudo, a forma de exploração pecuária de suínos confinados se torna uma atividade concentradora de dejetos.

Nos últimos anos uma atenção passou a ser dada na reciclagem destes resíduos, com o objetivo de reduzir o impacto sobre o ambiente através da capacidade cicladora do solo (BARILI, 2005). A utilização de dejetos suínos na agricultura tornou-se uma prática agrícola ambientalmente correta, desde que os critérios técnicos de recomendação sejam obedecidos para sua aplicação no solo (CORRÊA, 2011). Considerando o potencial fertilizante e a viabilidade econômica desses resíduos em substituição à adubação mineral, os efeitos positivos na semeadura direta (ARRUDA, 2010). O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de milho, sob diferentes formas de aplicação de dejetos líquidos suínos (DLS) e fertilizante mineral (NPK).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2015/2016 na área experimental da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC/CAV), no município de Lages. O solo descrito como CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2006) foi manejado sob semeadura direta desde o ano de 2011. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, que constituíram um arranjo fatorial de 2 x 3, sendo dois métodos de aplicação: superficial e incorporado; combinado com duas fertilizações: fertilizante mineral (NPK) e DLS (Dejetos Líquidos Suínos), que compreenderam doses de 130, 185 e 70 kg.ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente e o DLS a dose 40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, fixada para fornecer 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de N total, com uma densidade de plantas de 117.000 de milho, além de um controle (sem fertilizante).

As doses de nutrientes foram definidas visando o rendimento de 8,0 Mg.ha<sup>-1</sup>, conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC (2004). O DLS foi obtido a partir de uma granja de produção de leitões, sendo que foi utilizado, ½ dos dejetos oriundos de um biodigestor e ½ oriundo de uma lagoa que recebe o efluente proveniente do biodigestor. As concentrações de nutrientes do DLS, conforme metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995) são demonstradas na (Tabela 1).

**Tabela 1.** Teores de massa seca, N total, N amoniacal e P total em dejetos líquidos de suínos gerados em granja de produção de leitões no município de Campos Novos.

Massa seca	N	P	N-NH <sub>4</sub>
g kg <sup>-1</sup>		----- kg m <sup>-3</sup> -----	
54,9	3,0	3,5	1,8

A injeção do DLS no solo foi realizada por um equipamento desenvolvido pela empresa MEPEL, composto de um tanque metálico com capacidade para 4.000 L, com bomba para sucção e aplicação de dejetos líquidos, acionada pela tomada de potência do trator. Na parte traseira, o equipamento continha um conjunto de linhas de injeção distanciadas em 35 cm, as quais são fixadas no chassi do equipamento. O conjunto foi acionado por meio de pistão hidráulico central conectado por mangas de alta pressão ao sistema hidráulico do trator. A profundidade de injeção dos dejetos pelo equipamento é de aproximadamente 8 cm de profundidade, e a faixa de solo mobilizado na superfície do sulco de 10 a 12 cm. Nos tratamentos realizados com aplicação dos dejetos na superfície do solo, a distribuição foi feita manualmente, com auxílio de regadores, com capacidade de 10L. Já os tratamentos com NPK foram aplicados manualmente, sendo a lanço quando em superfície e em linha quando injetado, sendo neste caso distribuídos dentro do sulco aberto pelo mesmo equipamento utilizado na injeção do DLS.

Foi cultivado milho (*Zea Mays L.*) em sistema plantio direto empregando-se a cultivar 30F53 (Pioneer®). Após a colheita, avaliou-se a produtividade mediante amostragem de 20 plantas por parcela na fase de maturidade fisiológica, através das seguintes variáveis (componentes de rendimento): i) Comprimento de espiga (CEsp): através da distância entre o primeiro e o último grão da linha mais longa, medida com um paquímetro manual; ii) Peso de mil grãos (PMG): contagem de cinco repetições de 100 grãos, corrigindo a umidade para 13% e calculando o peso de mil grãos através da equação (1), e expresso em gramas, conforme as Regras de Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009); iii) Número de grãos por espiga (NGEsp): foi determinado pela equação (2), a determinação de umidade foi recomendado segundo TEDESCO, 1995; iv) Rendimento de grãos: através da densidade populacional por hectare.

Peso de mil grãos (PMG) = peso da amostra x 1000 / n<sup>o</sup> total de sementes (1).

Número de grãos por espiga (NGEsp) = (peso total\*1000) / (PMG\* N<sup>o</sup> espigas) (2)

Os resultados obtidos foram submetidos a comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de significância (P<0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de grãos da cultura do milho variou de 4,0 a 8,8 Mg.ha<sup>-1</sup>. A fertilização aumentou o rendimento em relação ao controle, independentemente da fonte ter sido orgânica (DLS) ou mineral (NPK) (**Tabela 2**). O resultado indicou que para o nível de produtividade encontrado no experimento, o DLS e NPK forneceram nutrientes em quantidades semelhantes.

Em relação aos dados obtidos de peso de mil grãos os valores variaram de 162,90 a 237,10 g. Os valores de DLS foram significativamente superiores ao controle, e sendo semelhante à adubação mineral (**Tabela 2**).

As fontes de fertilizante orgânico e mineral não apresentaram diferenças significativas no rendimento de grãos, o que demonstra que o DLS supriu as exigências nutricionais para a cultura do milho, tanto quanto o fertilizante mineral (**Tabela 2**).

Os valores de grãos por espiga variaram de 116,95 a 238,25 por unidade, apresentando diferença significativa entre NPK e DLS em relação ao controle. Entretanto, os resultados não diferiram entre as formas de aplicação dos fertilizantes (NPK e DLS).

O comprimento de espiga variou de 6,2 a 8,5 (cm), havendo diferença significativa entre

os tratamentos NPK e DLS em relação ao controle e não apresentaram diferença entre as parcelas fertilizadas (NPK e DLS).

**Tabela 2.** Rendimento de grãos e demais parâmetros produtivos da cultura do milho.

Modo de Aplicação	Fertilizante mineral	Dejeto Líquido Suíno	Controle	Média
<b>Rendimento de Grãos Mg.ha<sup>-1</sup></b>				
Incorporado	7,4 a	7,8 a	4,0 b	6,4 A
Superficial	8,8 a	8,4 a	4,4 b	7,2 A
<b>Peso de 1000 grãos (g)</b>				
Incorporado	200,77 ab	206,05 a	189,00 b	198,60 A
Superficial	204,02 ab	237,10 a	162,90 b	201,34 A
<b>Grãos espiga (Unid.)</b>				
Incorporado	193,00 a	206,65 a	116,95 b	172,2 A
Superficial	238,25 a	195,60 a	128,35 b	187,4 A
<b>Comprimento de espiga (cm)</b>				
Incorporado	7,6 a	7,8 a	6,7 b	7,4 A
Superficial	8,5 a	8,3 a	6,2 b	7,7 A

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

## CONCLUSÕES

A fertilização aumentou o rendimento de grãos de milho cultivado em até 8,8 Mg ha<sup>-1</sup>. O método de dejeto líquido suíno (DLS) demonstrou ser eficiente tanto quanto o uso do fertilizante mineral (NPK) nas variáveis estudadas.

## AGRADECIMENTOS

Ao apoio CAPES e PROMOP.

## REFERÊNCIAS

- ARRUDA, Cesar Alessandro Oliveira et al. Aplicação de dejeto suíno e estrutura de um Latossolo Vermelho sob semeadura direta. **Ciê. Agrotec**, v. 34, p. 804-809, 2010.
- BARILLI, Juliana. Atributos de um latossolo vermelho sob aplicação de resíduos de suínos. 2005.
- CORRÊA, J. C. et al. Aplicações de dejetos de suínos e as propriedades do solo. **Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica**, 2011.
- CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Brazilian Society of Soil Science: Porto Alegre, Brazil**, 2004.



EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

SEGANFREDO, Milton Antio et al. (Ed.). **Gestão ambiental na suinocultura**. Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

TEDESCO, Marino José et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. **Boletim técnico**, v. 5.



## Produtividade do milho inoculado com bactérias endofíticas e rizobactérias solubilizadoras de fosfato na região Centro-Oeste brasileira

**Christiane Abreu de Oliveira**<sup>(1)</sup>; **Vitória Palhares Ribeiro**<sup>(2)</sup>; **Eliane Aparecida Gomes**<sup>(1)</sup>; **Jean Marcel Rodrigues Pinho**<sup>(3)</sup>; **Ubiraci Gomes de Paula Lana**<sup>(3)</sup>; **Ivanildo Evódio Marriel**<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Pesquisador(a) Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas, MG; [christiane.paiva@embrapa.br](mailto:christiane.paiva@embrapa.br)

<sup>(2)</sup> Estudante; Universidade Federal de São João del-Rei; São João del-Rei, MG

<sup>(3)</sup> Analista; Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas, MG

**RESUMO:** Com a finalidade de desenvolver uma tecnologia segura e de baixo custo que possa reduzir e/ou complementar a adubação fosfatada em áreas de plantio de milho, a utilização de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP) associados à adubação com fontes de fosfato de baixa solubilidade tem sido proposta. Com isso, o uso de bactérias endofíticas e rizobactérias como inoculantes na cultura do milho vem sendo avaliado visando à redução do uso de fertilizantes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de MSP sobre a produtividade de milho na região Centro-Oeste, visando à validação de cepas para a recomendação de inoculantes em milho. O experimento foi conduzido na safra 14/15 e 15/16, no campo experimental da Embrapa Arroz e Feijão, em Goiânia-GO, com adubação fosfatada a partir de fontes solúveis, superfosfato triplo e de baixa solubilidade, fosfato de rocha Araxá. Foram utilizadas nove estirpes bacterianas rizosféricas e endofíticas inoculadas na semente de milho. A produtividade de grãos foi estimada e os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5%. Houve diferença significativa na interação dos microrganismos com a fonte de P em ambas as safras. Ocorreu resposta significativa à inoculação com as estirpes E1, E3 e E9 na safra 14/15 e E1, E2, E4, E5, e E6 na safra 15/16 em relação às demais e ao controle não inoculado, independentemente da adubação. De maneira geral, tanto a inoculação com bactérias endofíticas quanto com rizobactérias fez com que a produtividade aumentasse em até 25% e o P nos grãos em até 23% a mais que a planta não inoculada, entretanto, este último aumento não foi significativo.

**Termos de indexação:** *Zea mays* L., biossolubilização de fosfato, inoculantes.

## INTRODUÇÃO

Apesar de ser destaque na economia nacional, o agronegócio brasileiro ainda apresenta alta dependência do mercado externo quanto ao suprimento dos fertilizantes. Atualmente, cerca de 50% dos fertilizantes fosfatados utilizados no Brasil são importados, o que compromete a sustentabilidade da agricultura e a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado mundial (MDIC, 2009) de grãos.

Os fertilizantes fosfatados têm como fonte principal de P as rochas fosfáticas, que representam um recurso natural não renovável. Em alguns casos, a solução encontrada para manter uma boa produtividade tem sido a adição de fósforo (P) no solo na forma de fertilizante fosfatado solúvel, o que acarreta a formação de complexos insolúveis com os constituintes do solo, deixando apenas uma parte do nutriente disponível para o uso das plantas (Novais & Smyth, 1999). Com isso, há a necessidade de frequentes aplicações destes fertilizantes que apresentam custos elevados e podem causar danos ambientais (Richardson et al., 2001).

Por isso, tem-se buscado o desenvolvimento e o uso de tecnologias inovadoras ecoeficientes com base na inoculação de microrganismos com características que irão contribuir para incrementar a aquisição de nutrientes para as plantas. Uma delas é o uso de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP), que são capazes de solubilizar o P agregado aos fosfatos naturais dos fertilizantes o presente no solo. Essa liberação de fósforo por microrganismos se dá por meio da solubilização de fosfatos inorgânicos, associados aos íons Ca, Fe e Al a partir da liberação de ácidos orgânicos (Kpombrekou & Tabatabai, 1994). Estes microrganismos podem também mineralizar fosfatos orgânicos presentes nos restos vegetais do solo e

na matéria orgânica, produzindo enzimas fosfatases (Ghorbani-Nasrabadi et al., 2012).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de MSP sobre a produtividade de milho em solo adubado com fosfato de rocha e superfosfato triplo, visando recomendação de inoculantes para a cultura do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras 2014/2015 e 2015/2016, em campo experimental da Embrapa Arroz e Feijão em Goiânia-GO, região Centro-Oeste do Brasil. O experimento foi instalado em solo de fertilidade construída, classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, pH H<sub>2</sub>O = 6,0, Al = 0,01; Ca = 3,89; Mg = 1,67; T = 9,68 (cmolc dm<sup>-3</sup>); P = 15,9; K = 257,3 (mg dm<sup>-3</sup>); V = 64,3 %, MO = 3,42 (dag. kg<sup>-1</sup>). As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,70 m entre linhas.

### Tratamentos, plantio e amostragens

A cultura foi plantada em delineamento de parcelas subdivididas com três repetições, mantendo-se o mesmo sorteio de parcelas nas duas safras. Foram constituídos 50 tratamentos (10 tipos de inoculação e 5 tipos de adubação fosfatada, em quatro linhas de 5 metros e três repetições).

Foram utilizadas nove estirpes (E1 até E9) inoculadas na semente de milho (cultivar 30F35YH) em cada safra e o controle não inoculado (E0). A adubação de plantio foi realizada com aplicação de 300 kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 20-00-20 (60 kg.ha<sup>-1</sup> de N e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). A fonte de fósforo foi aplicada de acordo com cada tratamento listado abaixo, na dose total de 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, exceto no controle sem adubação fosfatada (PO). Fontes de P: superfosfato Triplo (ST), fosfato de Araxá (FA), a mistura de metade da dose com ST e outra metade com FA (STFA) e metade da dose de ST (1/2 ST).

A adubação de cobertura foi dividida em duas aplicações de 150 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia cada, aos 30 e 45 dias após o plantio. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com o recomendado para a cultura na região.

### Produção dos inoculantes

As estirpes de bactérias utilizadas são pertencentes à Coleção de Microrganismos da Embrapa Milho e Sorgo e previamente testadas quanto à eficiência de solubilização de P por Oliveira et al. (2009). Os microrganismos foram crescidos em caldo nutritivo, por cinco dias, a 28 °C, sob agitação. Após o período de incubação, as culturas foram centrifugadas por 10 minutos, a

6.000 rpm.

As suspensões bacterianas foram ajustadas à absorvância igual ou superior a 1, em comprimento de onda de 550 nm, com a finalidade de obter-se aproximadamente 10<sup>9</sup> células mL<sup>-1</sup>.

Posteriormente, as suspensões foram adicionadas ao veículo (carvão + amido), constituindo uma concentração final próxima a 10<sup>8</sup> células por grama de semente. Em seguida, o inoculante (bactéria + carvão) foi adicionado às sementes após o envolvimento destas com uma solução de goma de polvilho de mandioca a 5%.

### Coleta e análise dos grãos

A coleta dos grãos de milho foi realizada manualmente com corte da espiga e debulha dos grãos. Ao final do ciclo, a planta foi colhida para avaliação das características agronômicas: produtividade de grãos, corrigida a 13% de umidade para kg ha<sup>-1</sup> e teor de fósforo foliar e no grão.

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott (p<0,05), utilizando o programa Sisvar, versão 5.3. Ferreira (2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância, observou-se diferença significativa para cada fonte de P e inoculantes em ambas as safras. Na safra 14/15, ocorreu resposta significativa à inoculação com as estirpes E1, E3 e E9 em relação às demais e ao controle não inoculado (E0) independentemente da adubação, (**Figura1**).

Diferentemente da safra anterior, na safra seguinte (15/16) obtiveram-se resultados significativos quanto a resposta da produtividade de grãos, com a inoculação das estirpes E1, E2, E4, E5 e E6 (**Figura 1**), independentemente da adubação.

Outras pesquisas também têm relatados o efeito de MSP sobre a produtividade do milho. Em experimentos de campo com milho inoculado com *Penicillium oxalicum* e adubação com rochas, ocorreu aumento significativo do crescimento e produção em duas safras consecutivas em relação ao solo controle. O teor de P foi significativamente aumentado nas plantas de milho (Singh e Reddy, et al. 2011). Entretanto, as pesquisas publicadas, relatam apenas o efeito de microrganismos rizosféricos.

Neste trabalho, tanto a inoculação com bactérias endofíticas quanto com rizobactérias fez com que a produtividade aumentasse em até 25% na safra 14/15 e 13% na safra seguinte. Porém, houve maior número de produção de grãos na safra 15/16, o que pode ter sido causado pelo efeito residual da adubação, especialmente nos tratamentos com o fosfato de rocha.

Por outro lado, observou-se que a estirpe E7, endofítica, quando inoculada em milho cultivado em condições de maior disponibilidade de P (ST, ST+FA), aumentou a produção de grãos (**Figura 2**), de maneira significativa com relação ao controle sem inoculação. Porém, este efeito não ocorreu em condições de menor disponibilidade de P para a planta (PO, 1/2ST). Isso pode ser explicado pelo baixo desenvolvimento das plantas nestas condições de estresse de P, o que pode ter afetado a simbiose interna com a bactéria endofítica. Os microrganismos endofíticos possuem maior interdependência com a planta (Hardoim et al., 2012) que os rizosféricos.

O P nos grãos, avaliado até o momento na safra 14/15, aumentou em até 23% a mais com relação ao controle sem inoculação, porém este aumento não foi significativo.

Embora o mecanismo exato pelo qual microrganismos solubilizadoras de P estimulam o crescimento e maior produtividade das plantas não seja claro, alguns microrganismos avaliados neste trabalho apresentam potencial para uso como biofertilizantes.

### CONCLUSÕES

Ocorreu diferença significativa quanto a resposta do tipo de inoculante dos microrganismos endofíticos e rizobactérias independentemente da adubação fosfatada na produtividade de grãos. As estirpes de rizobactérias E1, E2, E3 e E4, mostraram maior estabilidade quanto ao efeito no aumento da produção de grãos de milho nas suas safras.

### AGRADECIMENTOS

A Fapemig, CNPq, Embrapa Milho e Sorgo.

### REFERÊNCIAS

BAGYARAJ DJ, SHARMA MP, MAITI D. Phosphorus nutrition of crops through arbuscular mycorrhizal fungi. *Curr Sci* 108:1288–1293. 2015.

DUARTE, J. O. INTRODUÇÃO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO. IN: CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. (ED.). **CULTIVO DO MILHO**. SETE LAGOAS: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2000.

FERREIRA, D.F. **Sisvar** versão 5.3. DEX/UFLA, 2010.

Ghorbani-Nasrabadi R, Greiner R, Alikhani HA, et al. Identification and determination of extracellular phytate-degrading activity in actinomycetes; *World J Microbiol Biotechnol* 2012 Jul; 28(7): 2601-8.

HARDOIM, P.R.; VAN OVERBEEK, L.S.; VAN ELSAS, J.D. Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. *Trends in Microbiology* v.16, n. 10, p. 463-471, 2012.

KPOMBLEKOU, A.K., TABATABAI, M. A. Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks. *Soil Science* 158, 442-453. 1994.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Oficina sobre Fertilizantes no Brasil, Contrato Ministério de Ciência e Tecnologia e Centro de Estudos Estratégicos MCT/FSAG-CGEE/Consultoria No 056/2009, 2009.

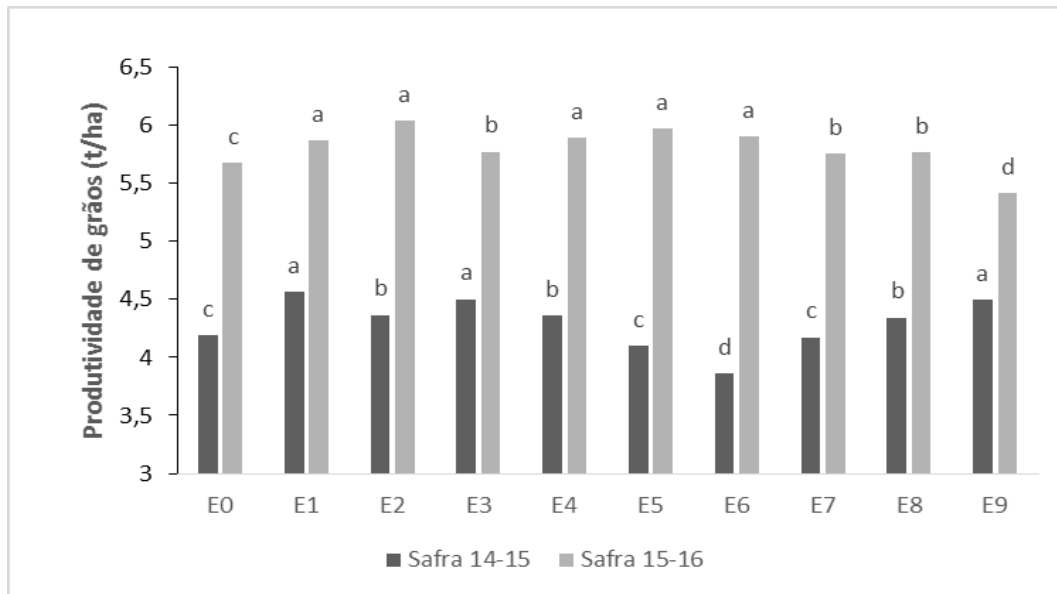
NOVAIS, R.F; SMYTH, T.J. Fósforo em Solo e Planta em Condições Tropicais. **Viçosa: UFV**. 399 p, 1999.

OLIVEIRA, C. A.; ALVES, V. M.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; MUZZI, M. R. S., CARNEIRO, N. P.; GUIMARÃES, C. T., SCHAFFERT, R. E; SÁ, N. M. H. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, p.1782–1787, 2009.

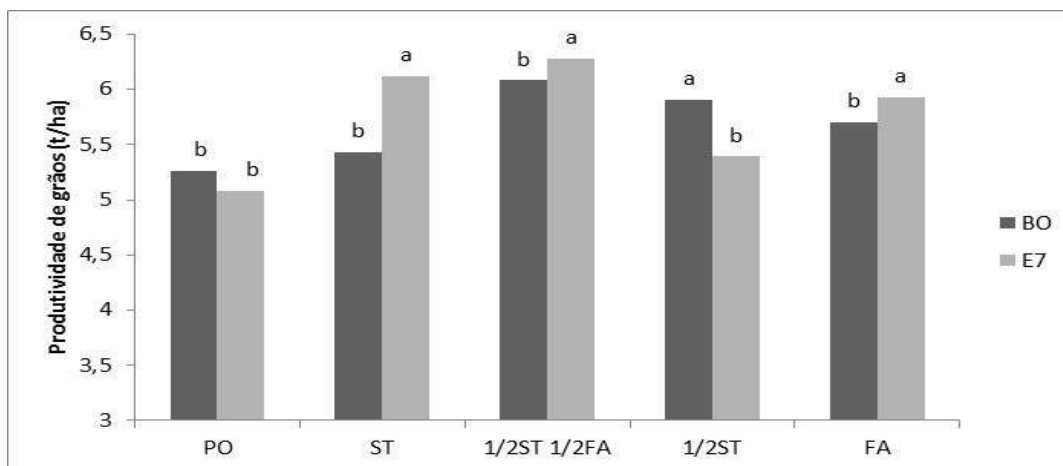
RICHARDSON, A. E.; HADOBAS, P. A.; HAYES, J. E.; O'HARA, C. P.; SIMPSON, R. J. Utilization of phosphorus and pasture plants supplied with myo-inositol hexaphosphate is enhanced by the presence of soil microorganisms. **Plant and Soil, The Hague**, v. 229, p. 47- 56, 2001.

SINGH, H.; REDDY, M. S. Effect of inoculation with phosphate solubi - lizing fungus on growth and nutrient uptake of wheat and maize plants fertilized with rock phosphate in alkaline soils. **European Journal of Soil Biology**, New Jersey, v. 47, p. 30-34, 2011.

STAMFORD N.P.; SANTOS C.E.R.S.; STAMFORD JÚNIOR, W.P.; DIAS, S.L. 2004. Biofertilizantes de rocha fosfatada com *Acidithiobacillus* como adubação alternativa de caupi em solo com baixo P disponível. **Analytica**, n.9, p.48-53, 2004.



**Figura 1.** Média geral da produtividade de grãos (t/ha), safra 2014/2015 e 2015/2016, Goiânia-GO, independente da fonte de P, em milho inoculado com 9 bactérias solubilizadoras de fósforo (E1 a E9) em relação ao controle sem inoculação (E0). Médias de mesma letra não diferem entre si, dentro de cada safra, pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2.** Produtividade de grãos (t/ha), safra de 2015/2016, Goiânia-GO, de acordo com a fonte de P (PO = sem fósforo, ST = superfosfato triplo, FA = fosfato de Araxá, 1/2ST1/2FA = metade da dose de cada fonte, 1/2ST = metade da dose de ST) em milho inoculado com a bactéria E7 (endofítica) em relação ao tratamento controle sem inoculação (E0). Médias de mesma letra, dentro de cada tratamento de adubação, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).



## Produtividade do milho sob adubação mineral e orgânica de base: uma opção sustentável.

**Jeferson Carlos de Oliveira Silva<sup>(1)</sup>; Adelar José Fabian<sup>(2)</sup>; Édimo Fernando Alves Moreira<sup>(3)</sup>; Gabriel Alberto Ceballos<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante; Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *campus* Uberaba; Uberaba, MG; bolsista PET MEC; jefersonteng@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Titular, IFTM - *campus* Uberaba; Dr. Em Agronomia. adelar@iftm.edu.br; <sup>(3)</sup> Professor, IFTM - *campus* Uberaba; Me. Estatística. edimo@iftm.edu.br; <sup>(4)</sup> Estudante; IFTM - *campus* Uberaba; bolsista FAPEMIG; ceballos.agro@gmail.com.

**RESUMO:** Um dos grandes desafios na agricultura é combinar alta produtividade com economia de insumos. Visando sustentabilidade estudamos aqui, a substituição do fertilizante mineral pelo orgânico na base, do milho em diferentes preparos de solo. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema em faixas, sendo nove preparos de solo: (semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico; cobertura do solo (*braquiária ruziziensis*) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado) o fator primário e dois sistemas de adubação de base (mineral e orgânica) o fator secundário. Os preparos foram realizados entre 01/08 a 02/11/2015. A semeadura foi realizada em 05/11/2015. Para a adubação mineral de semeadura, foi incorporado o fertilizante 8-28-16 na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>. Na adubação orgânica foi distribuído 2,67 Mg ha<sup>-1</sup> de fertilizante orgânico em dose única a lanço. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em todas as unidades experimentais. As avaliações realizadas ao final do ciclo (126 dias) foram: altura da planta; altura de inserção da espiga; massa de palha; massa de sabugo; massa de 100 grãos e produtividade. Não se observou diferença na produtividade em função dos preparos e adubações utilizados. Entretanto ocorreu diferença na altura de inserção da espiga e massa de palha. A adubação orgânica de base pode substituir a mineral, com reutilização dos resíduos orgânicos obtendo redução de custos.

**Termos de indexação:** Sustentabilidade. Fertilidade. *Zea mays*.

### INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil, ocupou na primeira safra do ano de 2015-16, uma área de 5.440 mil hectares onde foram produzidas 26.087 mil Mg de grãos (CONAB, 2016).

O uso intensivo do solo utilizando vários cultivos por ano tem aumentado a produção e a oferta de alimentos. No entanto, tal uso intensivo pode favorecer a formação de camadas compactadas e a redução da estabilidade de agregados, aumentando a propensão à perda de solo (Pruski, 1997). Por isso, é importante a adoção de boas práticas de manejo do solo e de tratamentos culturais para manter a sustentabilidade da produção neste sistema (Ferreira, 1997).

Os preparos convencionais quebram os agregados na camada preparada e aceleram a decomposição da matéria orgânica, diminuindo a resistência dos agregados do solo (Carpenedo & Mielniczuk, 1990).

Nos sistemas conservacionistas a deposição de resíduos vegetais oferece proteção ao solo e acúmulo de matéria orgânica. Como consequência temos uma redução da erosão, menor variabilidade térmica no solo, melhoria de características físicas do solo e melhoria do ambiente para o desenvolvimento de micro-organismos (Coelho, 1991).

Araujo et al., (2004), citam que os preparos conservacionistas mobilizam minimamente o solo e mantêm a maior parte dos resíduos anteriores,



responsáveis pela conservação do solo e retenção de água no sistema.

Nesse estudo avaliamos o efeito de sistemas de preparo do solo e de adubações no desenvolvimento e produtividade híbrido MG 652 PW.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no bioma cerrado no terceiro ano de manejo, safra 2015/2016, em Uberaba – MG, situado na latitude -19°39'20.38" S, longitude 47°57'28.52" W, a 795 m acima do nível do mar. O clima do local, segundo classificação de Köppen é do tipo (Aw), tropical quente e úmido, com inverno frio e seco com precipitação e temperatura média anual de 1870 mm e 21°C, respectivamente. O solo da área é um Latossolo Vermelho distrófico com textura franco-argilo-arenosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições no esquema em faixas, sendo nove faixas horizontais e duas faixas verticais. As faixas horizontais receberam nove sistemas de preparo do solo: semeadura direta com uso de planta de cobertura do solo (braquiária ruziziensis); semeadura direta sem uso de plantas de cobertura; preparo biológico (crotalaria juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis); uso de cobertura do solo (braquiária ruziziensis) com incorporação com grade; escarificador; subsolador; arado; grade; grade+arado. As faixas verticais receberam dois tipos de adubação de semeadura: mineral e orgânica.

A semeadura do milho híbrido MG 652 PW foi realizada com 4 linhas espaçadas a 0,50 m e 6 m de comprimento. Considerou-se como área útil para as avaliações os 4 m<sup>2</sup> centrais (1,0 m de largura x 4,0 m de comprimento).

A densidade média de plantas foi de 3,05 plantas por metro totalizando uma população de 61.000 plantas por ha.

Durante a semeadura do milho, na faixa com adubo mineral, foi incorporado o fertilizante 8-28-16 na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de acordo com a análise de solo. Na faixa com adubação orgânica adicionamos a mesma dose de nutrientes recomendada utilizando-se adubo orgânico obtido por meio de compostagem na dose de 2.666 kg ha<sup>-1</sup>, distribuído em dose única, a lanço, logo após a semeadura. Na adubação de cobertura foram aplicados 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, nas duas faixas e realizada nos estágios V4 e V6 respectivamente.

O composto orgânico advém da compostagem

de esterco de bovino, resíduo de silagem e palha de braquiária, totalmente humificado com umidade total de 16,08%, com composição básica de: relação Carbono orgânico–Nitrogênio total 9:1; fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total) 2,69%; potássio (K<sub>2</sub>O total) 0,74% e zinco (Zn total) 1114 mg kg<sup>-1</sup>.

Os atributos avaliados foram: altura de inserção da espiga; altura da planta; massa de palha; massa de sabugo; produtividade de milho e massa de 100 grãos. Em cada unidade experimental foram escolhidas ao acaso cinco plantas para avaliar os atributos de desenvolvimento.

Para avaliar a produtividade foram colhidas as espigas da área útil, debulhadas e pesadas. A umidade dos grãos foi ajustada a 0,13 kg kg<sup>-1</sup>.

Para o estudo do efeito dos fatores estudados (preparo do solo e sistema de adubação) foi utilizada a análise de variância (teste F). Para as variáveis, cujo teste F foi significativo, foi realizado o agrupamento de médias bootstrap (Manly, 1998) a 5% de probabilidade. Neste, foram consideradas 1000 simulações. Vale ressaltar que um procedimento de agrupamento de médias é mais adequado neste caso dado o elevado número de níveis do fator preparo de solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se observou diferença na produtividade, altura da planta, massa de sabugo e massa de 100 grãos (P>0,05) em função dos preparos e adubações utilizados.

Entretanto ocorreu diferença (P>0,05) nas médias de altura de inserção da espiga e massa de palha da espiga (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produtividade de milho (P), altura de inserção da espiga (AIE) e massa de palha da espiga (MP) de milho (MG 652 PW) com adubação mineral ou orgânica na semeadura, na safra 2015/2016, em Uberaba, MG.

	P (Mg ha <sup>-1</sup> )	AIE (m)	MP (kg ha <sup>-1</sup> )
Preparo			
T1 - SD-PCS	12,6 a	1,06 a	600 b
T2 - SD-SPCS	12,2 a	0,97 b	680 a
T3 - PB	12,8 a	0,96 b	555 b
T4 - BR-G	12,0 a	1,04 a	538 b
T5 - ESC	13,1 a	1,06 a	723 a
T6 - SUBS	13,1 a	1,03 a	743 a
T7 - AR	13,5 a	1,01 b	775 a
T8 - GR	13,1 a	1,06 a	698 a
T9 - GR+AR	13,0 a	1,00 b	720 a

Adubação			
Mineral	13,0 a	1,05 a	685 a
Orgânica	12,7 a	0,99 a	655 a
Teste F			
Preparo do solo (P)	0,921 <sup>ns</sup>	0,00056 <sup>**</sup>	7,0E <sup>-04**</sup>
Adubação (A)	0,416 <sup>ns</sup>	0,0858 <sup>ns</sup>	0,467 <sup>ns</sup>
P x A	0,819 <sup>ns</sup>	0,474 <sup>ns</sup>	0,789 <sup>ns</sup>
C.V. (%)	4,81	5,29	10,35

\*Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo agrupamento de médias *Bootstrap*, a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> Não-significativo. \* e \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

T1 – semeadura direta com uso de e planta de cobertura do solo (SD-PCS); T2 - semeadura direta sem uso de plantas de cobertura (SD-SPCS); T3 - preparo biológico (crotalaria juncea, feijão guandu, nabo forrageiro, braquiária ruziziensis) (PB); T4 - uso de cobertura do solo com braquiária ruziziensis e incorporação com grade; (BR-G); T5 – escarificador (ESC); T6 – subsolador (SUBS); T7 – arado (AR); T8 – grade (GR); T9 - grade+arado (GR+AR)

A igualdade nos valores de produtividade não evidenciou interferências positivas ou negativas decorrentes do preparo. Isso pode ser devido a ação de preparo dos tratamentos convencionais em teores adequados de umidade, bem como as contribuições das coberturas de solo ainda não expressarem seus efeitos positivos. Outra possibilidade foi devido ao fornecimento hídrico adequado por meio das chuvas.

Diferentes resultados foram obtidos por outros estudos. Utilizando área experimental e tratamentos semelhantes, Bastos (1999) e Silva et al. (1998) chegaram à conclusão de que a adubação com composto orgânico após 12 e 13 anos da primeira aplicação, consegue não só manter a produtividade como também elevá-la a altos patamares. Assim, produtividades adequadas são obtidas e mantidas após alguns anos de aplicação do composto orgânico no sulco de semeadura. Em nossos estudos a aplicação ocorreu em apenas três anos.

Maia (1999) avaliando a variação da produtividade do milho obtida, em 14 anos de aplicação contínua, tanto de adubação orgânica quanto mineral, verificou que houve respostas diferenciadas da produtividade do milho bem como resposta às adubações. A tendência da produtividade do milho, com o uso de 40 m<sup>3</sup> de composto orgânico ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foi sempre ascendente, atingindo produtividades em torno de 8,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Em nosso estudo em apenas três anos não se observou diferenças da produtividade em razão do tipo de adubação. Isso confirma a possibilidade de uso de fontes alternativas não industriais como substituto para a adubação de

semeadura, resultando em benefícios econômicos e ambientais.

Goñalves et al. (2000) concluíram que a produtividade do milho no sistema orgânico foi sempre superior à obtida com a adubação mineral e independe da população de plantas utilizada, confirmando o estudo de Viegas & Freire (1956).

Farinelli et al. (2002), avaliando os componentes de produção de diversos híbridos de milho, constataram que, em virtude da época de semeadura ter sido realizada no mês de novembro, a alta produtividade obtida foi consequência das condições climáticas favoráveis, com volume maior de precipitações, armazenamento de água no solo e temperaturas adequadas ocorridas durante o desenvolvimento dos cultivares avaliados.

A altura das plantas, peso do sabugo, massa de 100 grãos não foram afetadas pelos fatores estudados (Tabela 1). Uma explicação para os resultados encontrados pode estar relacionada à época de semeadura (novembro) uma vez que a temperatura e a precipitação ocorrida nos primeiros dias de desenvolvimento provocaram intenso desenvolvimento vegetativo da planta, aumentando a capacidade em absorver a radiação fotossinteticamente ativa.

Com relação à massa de palha da espiga constatou-se que os tratamentos T1, T3 e T4 apresentaram menores valores que os demais. Nesses três tratamentos havia braquiária como planta de cobertura do solo.

Esses resultados revelam que os preparos do solo e adubações interferiram sobre alguns componentes de produção sem, no entanto afetar a produtividade.

## CONCLUSÕES

Os preparos de solo não afetaram a produtividade de milho no terceiro ano de manejo.

A adubação orgânica pode substituir a adubação mineral na semeadura, sem prejudicar a produtividade.

## AGRADECIMENTOS

Ao IFTM pela colaboração com insumos, implementos e área cedida para o experimento, assim como colaboradores alunos, servidores envolvidos e a Agrisus pelo apoio financeiro para participação no evento.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. C. de; PERIN, A.; MACHADO, A. T. de; ALMEIDA, D. L. de. Avaliação de diferentes variedades de milho para o estágio de "verde" em sistemas orgânico de produção In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados: **resumos expandidos**. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade Federal de Uberlândia, 2000. CD-ROM.
- BASTOS, C.S. **Sistemas da adubação em cultivo de milho exclusivo e consorciado com feijão, afetando a produção, estado nutricional e incidência de insetos fitófagos e inimigos naturais**. Viçosa, UFV, 1999.117f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CARPENEDO, V. & MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 14:99105, 1990.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.E.C.; GUEDES, G.A.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, p.61-67, 1992.
- CONAB - Companhia nacional de abastecimento. V. 3 - Safra 2015/16- N. 10. ISSN: 2318-6852. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_07\\_11\\_17\\_36\\_02\\_boletim\\_graos\\_julho\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_11_17_36_02_boletim_graos_julho_2016.pdf)>. Acesso em 17 de julho de 2016.
- FARINELLI, R. et al. Desempenho agrônomo de cultivares de milho nos períodos de "Safra" e "Safrinha". In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: ABMS, 2002. (CD - ROM).
- FERREIRA, L.M. **As interações entre a fração mineral e a fração orgânica em solos da região de Bauru-SP**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1997. p 217. (Tese de Doutorado).
- GONÇALVES, R.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; SILVA, E.C. Populações de plantas e diferentes sistemas produtivos afetando a produção de grãos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, Uberlândia, 2000.
- Resumos...**, Uberlândia, EMBRAPA/CNPMS-UFU, 2000. p 116.
- MAIA, C.E. **Reserva e disponibilidade de Nitrogênio pela Adição Continuada da adubação orgânica e da mineral na cultura do milho em um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico**. Viçosa, UFV, 1999. 55 f. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- MANLY BFJ. Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology. 2ª ed. **Chapman-Hall**, London, p. 399, 1998.
- PRUSKI, F.F. Aplicação de modelos físico-matemáticos para a conservação de água e solo. In: SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. (Eds.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA; SRH; ABEAS e VIÇOSA: UFV/Departamento de Engenharia Agrícola, p.129-171. 1997.
- SILVA, E.C.; GALVÃO, J.C.C; MIRANDA, G.V.; ARAÚJO, G.A. A. Produtividade do milho após 13 anos de aplicações contínuas de adubações orgânica e mineral. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8, Viçosa, 1998. **Resumos...**, Viçosa, UFV, 1998, p 321.
- VIEGAS, G. P.; FREIRE, E. S. Adubação do milho. VIII. Ensaio com esterco e adubos minerais. **Bragantia**, Piracicaba, n.15, v.1, p.107-120, 1956.

## Produtividade e componentes de produção do híbrido de milho 2B587PW em diferentes doses de nitrogênio

**Rodrigo Moreira Albano da Silva<sup>(1)</sup>; Ariana Vieira<sup>(2)</sup>; Antônio Junior<sup>(3)</sup>; Eduarda de Oliveira<sup>(4)</sup>; Guilherme Vinicius Teixeira<sup>(5)</sup>; Marcelo Bregagnoli<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; Muzambinho, Minas Gerais, rmoreiraas@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professora; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; <sup>(3)</sup> Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; <sup>(4)</sup> Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; <sup>(5)</sup> Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho; <sup>(6)</sup> Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas- *Campus* Muzambinho.

**RESUMO:** O nitrogênio se destaca como nutriente mais requerido pela planta de milho, fazendo com que sua aplicação seja o manejo mais importante na condução da lavoura. Dessa forma, o presente trabalho procurou determinar e aproximar a melhor dosagem de nitrogênio por hectare aplicado em cobertura para o híbrido 2B587PW. Para isso, foram realizadas 5 dosagens de nitrogênio (0, 60, 120, 180, 240 kg de N ha<sup>-1</sup>) em DBC, com quatro repetições, a fim de avaliar a produtividade juntamente com componentes de produção (número de fileiras, número de grãos por fileira e diâmetro da espiga). Os aumentos nas dosagens de nitrogênio favoreceram o incremento da produtividade e do diâmetro de espiga, porém não interferiu no número de fileiras e números de grãos por fileira. O híbrido de milho 2B587PW conferiu uma boa produtividade mesmo sem adubação de cobertura quando comparado com a média nacional de produtividade.

**Termos de indexação:** Diâmetro da espiga. Número de fileiras. Números de grãos por fileira. *Zea mays* L.

### INTRODUÇÃO

O milho expressa grande importância para a economia mundial e tem ainda grande potencial de crescimento no Brasil. Por ser destinado desde alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, o milho se torna um produto extremamente consumido em nosso país (Alves et al., 2013).

Apesar disso, a Conab (2016) sinaliza através de dados preliminares, uma retração na safra 2015/16

em relação à safra 2014/15, conferindo uma queda de 3,1%.

A produtividade da cultura do milho está diretamente relacionada à fertilidade do solo, destacando principalmente a disponibilidade de nitrogênio, nutriente este, extremamente limitador no processo produtivo (Breda; et. Al., 2016).

Em decorrência disso, sabe-se da grande importância que esse elemento desempenha quanto às funções no metabolismo das plantas. Sendo um constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, clorofila, e tantas outras funções, o nitrogênio afeta diretamente a produtividade (Ferreira et al., 2001).

Dessa forma a dosagem de nitrogênio a aplicar, considerando fatores econômicos e ambiental pode ser considerada a decisão mais importante no manejo da cultura do milho (Coelho, 2007).

Segundo Coelho (2007), no Brasil a recomendação de N em cobertura mais usada varia de 60 a 100 Kg de N ha<sup>-1</sup>, porém o presente trabalho teve por objetivo testar diferentes dosagens de aplicação de nitrogênio em cobertura, a fim de relacionar as doses de N com a produtividade do híbrido de milho 2B587PW nas condições do sul de Minas Gerais.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do IFSULDEMINAS - *campus* Muzambinho, no ano agrícola de 2014/2015. A área experimental possui solo tipo Latossolo Vermelho distroférico típico e está situada a 1100 m de altitude, latitude 21°22'33" Sul e longitude 46°31'32" Oeste. A região se enquadra no clima tipo Cwb segundo Köppen (1948), ou seja, clima tropical de



altitude, caracterizado com verão chuvoso e inverno mais ou menos seco. A temperatura média e a precipitação pluviométrica média anual são de 18,2°C e 1.605 mm, respectivamente.

Inicialmente realizou-se uma amostragem de solo na camada de 0-20 cm da área experimental a fim de caracterizar a fertilidade do local: P – 12,9 mg dm<sup>-3</sup>; K – 220 mg dm<sup>-3</sup>; Ca – 3,06 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg 1,70 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al – 0,04 cmolc dm<sup>-3</sup>; M.O. – 3,14 dag kg<sup>-2</sup>; Zn – 15,3 mg dm<sup>-3</sup>; Fe – 44,0 mg dm<sup>-3</sup>; Mn – 12,5 mg dm<sup>-3</sup>; Cu – 2,3 mg dm<sup>-3</sup>; B – 0,26 mg dm<sup>-3</sup>; S – 11,7 mg dm<sup>-3</sup>; V – 66,2%.

Após isso foi realizado preparo convencional do solo caracterizado por uma aração e duas gradagens.

O material genético utilizado foi o 2B587PW, híbrido esse tolerante à seca, caracterizado pelo porte baixo e ciclo precoce.

A semeadura foi realizada no dia 22 de janeiro de 2015 na densidade de 80 mil plantas ha<sup>-1</sup>, com espaçamento de 0,50 m entre linhas.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo avaliados 5 doses diferentes de sulfato de amônio em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup>), com 4 repetições.

As adubações de semeadura foram realizadas manualmente com 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 8-28-16. Já para as doses da adubação de cobertura, usou-se o sulfato de amônio quando as plantas estavam com cinco a seis folhas totalmente expandidas.

Quanto ao manejo fitossanitário, foi realizada uma pulverização com a mistura de atrazina e nicosulfurom a fim de controlar plantas invasoras, além de um inseticida a base de clorpirifós para o controle da lagarta do cartucho e vaquinha.

Todos os dados coletados foram analisados estatisticamente através do teste F e regressão linear ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000), onde se avaliou produção de grãos por ha, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e diâmetro de espiga.

Os dados climáticos foram gerados através do software SISWAB (Gaspar, 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para iniciar vale ressaltar que a produtividade de grãos do tratamento que recebeu dose 0 de nitrogênio obteve produção de 9.203,5 kg ha<sup>-1</sup>. Esse número expressa uma produtividade bem acima da média nacional para a segunda safra, a qual é representada atualmente por 5.294 kg ha<sup>-1</sup> de acordo com a Conab (2015), evidenciando assim, que o solo em questão possui capacidade relativamente satisfatória de suprimento de N.

A produtividade de grãos apresentou incremento de 19,2% com o aumento da dose de 0 para 240 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (figura 1). Costa (2012) encontrou resultados muito semelhantes, e o mesmo afirma que a adubação nitrogenada em cobertura até a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N aumenta linearmente a produtividade, porém nesse caso a adubação de 240 kg ha<sup>-1</sup> ainda acresceu esse índice.

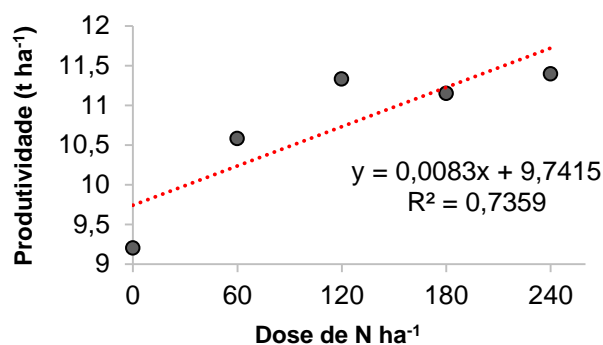


Figura 1. Produtividade de milho em t ha<sup>-1</sup> em função a dose de N ha<sup>-1</sup>.

Em relação ao número de fileiras de grãos por espiga (figura 2), não houve diferença significativa, assim como Biscaro et al. (2011), que utilizaram doses expressivas de 0, 90, 180 e 360 kg ha<sup>-1</sup> de N.

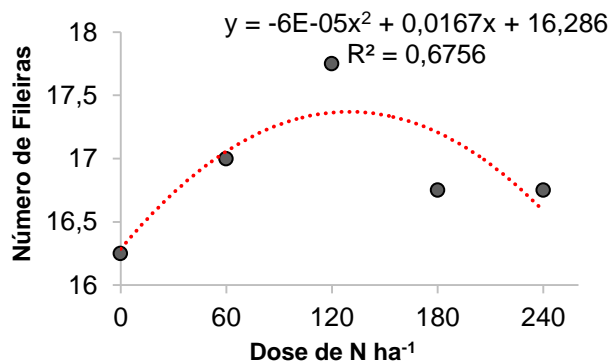


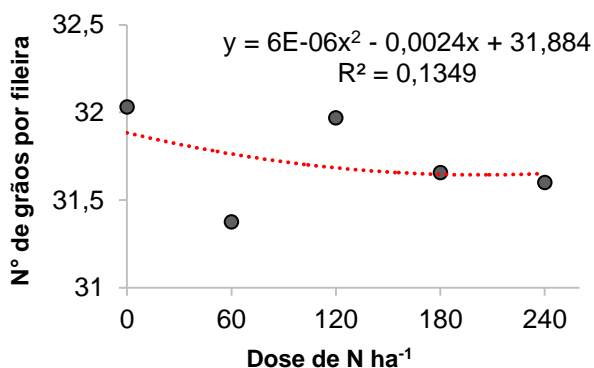
Figura 2. Número de fileiras por espiga em função a dose de N ha<sup>-1</sup>.

Nesse cenário vale salientar, que os números de fileiras são sempre pares, porém as médias das avaliações podem expressar valores ímpares e não inteiros em decorrência do uso de metodologias que não contemplem suas particularidades. Mesmo assim, esses valores corroboram com a hipótese de que este caráter é controlado pelas características genéticas do genótipo (Toledo, et. Al., 2010; Valderrama et al., 2011).

O número de grãos por fileira (figura 3), não expressou diferença indo contra o argumento de

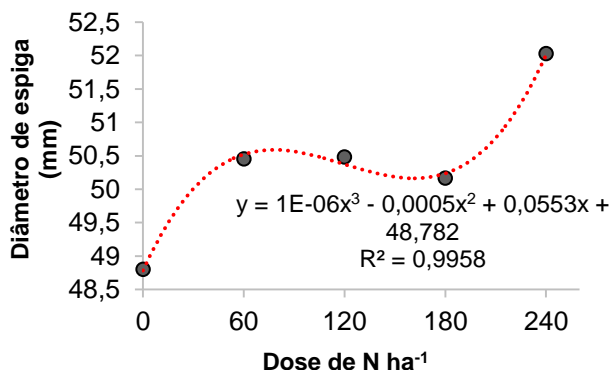


Beal (2014), que afirma que doses de nitrogênio influencia diretamente o número de grãos por fileira.



**Figura 3.** Número de grãos por fileira em função a dose de N ha<sup>-1</sup>.

O diâmetro da espiga (**figura 4**) obteve uma variação positiva, aumentando de 49 mm para 52 mm, submetido a adubações correspondentes a 0 kg ha<sup>-1</sup> e 240 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Ressalta-se, portanto, que embora esse aumento de diâmetro não foi proporcionado pelo aumento de fileiras, o tamanho do grão proporcionou diretamente o incremento desse índice como sugere Lopes et al. (2010).



**Figura 4.** Diâmetro da espiga em milímetros em função a dose de N ha<sup>-1</sup>.

### CONCLUSÕES

Os aumentos nas dosagens de nitrogênio favoreceram o incremento da produtividade e do diâmetro de espiga, porém não interferiu no número de fileiras e números de grãos por fileira.

O híbrido de milho 2B587PW conferiu uma boa produtividade mesmo sem adubação de cobertura quando comparado com a média nacional de produtividade.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFSULDEMINAS – campus Muzambinho pela infraestrutura ofertada e aos professores Ariana Vieira Silva e Marcelo Bregagnoli orientação.

### REFERÊNCIAS

ALVES, S. M.; OLIVEIRA, M. D.; ALVES, R. H. P.; SILVA, E.; Características físicas, químicas de pamonha e do estigma do milho. In: Congresso nacional de meio ambiente de poços de caldas, 2013, Poços de Caldas. **Proceedings**. Poços de Caldas: Cnma, 2013. p.1 - 3.

BEAL, C. Avaliação de diferentes doses de nitrogênio e densidades no acúmulo de massa em milho destinado à produção de silagem. 20 f. **Monografia** - Curso de Pós Graduação em Gestão, Manejo e Nutrição da Bovinocultura Leiteira, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, São Miguel do Oeste, 2010.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: Conab, 2016.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZZETTI, S.; LOPES, K. S. M.; Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p.1038-1047, ago. 2012.

TOLEDO, F. H., CARDOSO, G. A.; ABREU, G. B.; RAMALHO, M. A. P.; **Controle Genético do Número de Fileiras da Espiga do Milho**. Congresso nacional de milho e sorgo, 2010, Goiânia, **Anais**, Goiânia: Cnms, 2010. 5 p.

BREDA, F.A.F.; ALVES, G. C.; REIS, V. M. Produtividade de milho na presença de doses de N e de inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 1, p.45-52, jan. 2016.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A.; Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Viçosa, v. 58, n. 1, p.131-138, jan./mar. 2001. Trimestral.

COELHO, A. M. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 96. ed., 11 p. 2016.

LOPES, M. M. S.; ALVES, G. A. R.; NETO, C. F. O.; OLIVEIRA, N. N. S.; SANTOS, D. G. C.; OKUMURA, R. S.; LOBATO, A. K. S.; MAIA, W. J. S.; Comprimento, Diâmetro e Matéria Seca da Espiga em Milho sob Influência de Vários Níveis de Nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, **Anais**, Goiânia. Embrapa, 2010. p. 1385-1390. Disponível em: <[http://www.abms.org.br/cn\\_milho/trabalhos/0188.pdf](http://www.abms.org.br/cn_milho/trabalhos/0188.pdf)>. Acesso em: 18 maio 2016.



CONAB- Companhia nacional de abastecimento, Safra brasileira de grãos, v.2 - Safra 2014/15, n.9 - Nono Levantamento, Brasília, p. 1-104, Junho. 2015.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; FILHO, M, C, M, T; Fontes e doses de npk em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropcal**, Goiânia, v. 41, p.254-263, abr./jun. 2011.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

## Resposta do milho à adubação nitrogenada em cobertura, cultivado em sucessão a coberturas de solo no outono-inverno, em área de arroz irrigado.

**Bruno Picetti Chiesa<sup>(1)</sup>; Paulo Regis Ferreira da Silva<sup>(2)</sup>; Rodrigo Schoenfeld<sup>(3)</sup> José Antonio Celestino Alves<sup>(4)</sup>; Andrei Jose Marafon<sup>(4)</sup>; Mateus Guilherme Goldemeier<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup>Aluno de graduação da Faculdade de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bolsista de Iniciação Científica CNPq, FA/UFRGS, Porto Alegre, RS, bruno.picetti@hotmail.com; <sup>(2)</sup>Docente Colaborador FA/UFRGS, Pesquisador do CNPq; Consultor Técnico do IRGA; <sup>(3)</sup>Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz; <sup>(4)</sup>Alunos de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da FA/UFRGS; <sup>(5)</sup>Aluno de graduação da Faculdade de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bolsista de Iniciação Científica CNPq, FA/UFRGS, Porto Alegre, RS.

**RESUMO:** O cultivo de milho em área de arroz irrigado apresenta potencialidades e desafios a serem superados. Esses solos geralmente possuem baixo teor de matéria orgânica, por isso se espera uma alta resposta à adubação nitrogenada em cobertura. Por outro lado, diferentes espécies de cobertura de solo no outono-inverno podem determinar respostas distintas à adubação no milho em sucessão. O objetivo desse trabalho foi determinar os efeitos de coberturas de solo no outono-inverno sobre a resposta do milho cultivado em sucessão à adubação nitrogenada em cobertura, em Gleissolo. Um experimento foi conduzido em Cachoeirinha-RS, região arroyeira da Depressão Central do RS, no ano agrícola 2015/16. Os tratamentos consistiram de três sistemas de cobertura do solo no outono-inverno (cornichão, azevém, pousio) e da aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>) em cobertura no milho em sucessão. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. O híbrido utilizado foi o DKB 240 PRO RR. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para a interação ( $p \leq 0,20$ ) e para os efeitos principais ( $p \leq 0,05$ ).

Para nenhuma das características avaliadas houve interação de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicadas no milho em sucessão. Para rendimento de grãos de milho foram significativos os efeitos principais de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicado em cobertura. O milho em sucessão ao azevém produziu 7.7 e 11.0 % menos em relação, respectivamente, ao em sucessão ao cornichão e ao pousio. Esse menor rendimento deveu-se ao menor número de grãos por espiga. Na média de

coberturas de solo no outono-inverno, o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada em cobertura no milho. A dose de máxima eficiência técnica foi de 330 kg ha<sup>-1</sup> de N. A eficiência agrônômica de uso do N (EAN) diminuiu linearmente com o incremento da dose de N aplicada em cobertura. A EAN diminuiu de 42,4 kg kg<sup>-1</sup>, com a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, para 20,8 kg kg<sup>-1</sup>, com a aplicação da maior dose de N (300 kg ha<sup>-1</sup>).

**Termos de indexação:** *Zea mays*; sucessão de culturas; rendimento de grãos; eficiência agrônômica de uso do nitrogênio.

### INTRODUÇÃO

O cultivo do milho em áreas de arroz irrigado é uma importante alternativa de produção, por proporcionar ao produtor uma fonte extra de renda, além de propiciar a diversificação de culturas e de contribuir para implantação do sistema plantio direto. Alguns problemas são vistos em áreas de arroz irrigado em decorrência da utilização de monocultura e dos mesmos princípios ativos dos herbicidas, comprometendo o rendimento e diminuindo a rentabilidade do produtor.

Dentre as espécies de cobertura de solo, o azevém (*Lolium multiflorum*) e o cornichão (*Lotus corniculatos*) apresentam alto potencial de utilização em áreas de cultivo de arroz irrigado durante o outono-inverno, devido à capacidade de adaptação a condições de solos mal drenados.

Em cultivos de terras altas, alguns trabalhos foram realizados para desenvolver estratégias de manejo de espécies de coberturas de solo no

outono-inverno para cultivo de milho em sucessão (Silva et al., 2006; Silva et al., 2008). Antecedendo a cultura de arroz irrigado, também já se dispõe de informações sobre o cultivo de espécies de cobertura de solo (Correia, 2012; Correia et al., 2013). No entanto, para cultivo de milho em áreas de arroz irrigado há uma lacuna de conhecimento sobre os efeitos de coberturas de solo.

Em terras altas, os benefícios dos sistemas de produção com manejo conservacionista do solo já estão consolidados e conhecidos da comunidade científica e dos agricultores. Porém, em áreas de arroz irrigado ainda são poucos os estudos de sistemas de produção de milho em sucessão a espécies de cobertura de solo outono-inverno, o que limita a sua ampla adoção.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos de coberturas de solo de outono-inverno sobre a resposta do milho cultivado em sucessão à adubação nitrogenada em cobertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo durante o ano agrícola 2015/16, na Estação Experimental do Arroz, pertencente ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, região arroseira da Depressão Central, do estado do Rio Grande do Sul. De acordo com a análise, o solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háplico Distrófico típico (Streck et al., 2008). O laudo, realizado em março de 2015, indicou que o solo possui as seguintes características físicas e químicas: argila 24 g kg<sup>-1</sup> (m/v); pH água: 5,6; Índice SMP: 6,8; P: 24 mg dm<sup>-3</sup>; K: 25 mg dm<sup>-3</sup> e MO: 23 g kg<sup>-1</sup>.

A semeadura das culturas de cobertura (cornichão e azevém) foi realizada em 25 de maio e 10 de julho de 2015, respectivamente, utilizando-se 5 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente de cornichão e azevém. As dessecações do azevém e do cornichão foram realizadas, respectivamente, aos 40 dias e 01 dia antes da semeadura do milho. Os rendimentos de massa seca obtidos foram 2,26 e 1,27 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente de azevém e cornichão. A semeadura do milho foi realizada no dia 09 de novembro de 2015, com o auxílio de saraquá. A semeadura foi feita em microcamalhões, com duas linhas de plantas em cada um, com densidade de 9,0 plantas por m<sup>2</sup>. Os microcamalhões foram construídos em março de 2015, com 1,0 m de largura e 8,0 m de comprimento. Cada subparcela era composta de quatro microcamalhões. O híbrido utilizado foi o DKB 240 PRO RR, híbrido simples e ciclo precoce, da empresa Dekalb Sementes. Como adubação de

base foi aplicado 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, 225 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A adubação nitrogenada e potássica em cobertura foi dividida em quatro aplicações, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, sendo elas: V<sub>4</sub> (50 kg ha<sup>-1</sup> de N e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O); V<sub>8</sub> (50 kg ha<sup>-1</sup> de N); V<sub>12</sub> (100 kg ha<sup>-1</sup> de N) e V<sub>16</sub> (100 kg ha<sup>-1</sup> de N), segundo a escala de Ritchie et al. (1993). Foi utilizada a ureia com inibidor da urease como fonte de N, para diminuir as perdas por volatilização de amônia. A colheita do milho foi realizada em 07 de março de 2016.

Foi realizada irrigação sempre que necessária, pela instalação de oito sondas para determinar a umidade volumétrica do solo, com auxílio do equipamento Hidrofarm da Falker. Com base nas leituras desse aparelho, as irrigações foram realizadas quando a umidade volumétrica do solo atingisse 0,18 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>. Esse é o valor próximo à umidade correspondente ao limite hídrico inferior da cultura do milho, obtido a partir da curva de retenção de água no solo da área experimental. Foi utilizado o sistema de irrigação por sulco, aplicando-se a lâmina de 30 mm de água por rega. Foram aplicadas sete irrigações de 30 mm cada durante o ciclo da cultura, nos estádios V<sub>12</sub>, V<sub>15</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> e R<sub>5</sub>.

Os controles de plantas daninhas e pragas foram realizados uniformemente para todos os tratamentos, de acordo com as recomendações técnicas da cultura do milho (INDICAÇÕES, 2013), de modo a não interferirem no rendimento de grãos e nas demais características agrônômicas avaliadas.

As determinações realizadas no milho foram as seguintes: rendimento de massa seca e quantidade de N acumulada na parte aérea por hectare no espigamento, diâmetro de colmo, estatura de planta, teor relativo de clorofila nas folhas nos estádios V<sub>7</sub> e V<sub>10</sub>, número de folhas senescentes nos estádios R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub>, componentes do rendimento (número de espigas por metro quadrado, número de grãos por espiga e peso do grão), rendimento de grãos, com correção de umidade para 130 g kg<sup>-1</sup> e eficiência agrônômica de uso de N (EAN). Utilizou-se a área útil de 13,0 m<sup>2</sup> para avaliação do rendimento.

## Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três sistemas de cobertura de solo no outono-inverno (cornichão, azevém e pousio) e da aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) em cobertura no milho em sucessão.

## Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de



blocos ao acaso, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram locados os sistemas de cobertura de solo e nas subparcelas as doses de nitrogênio aplicadas no milho.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F aos níveis de significância de  $p < 0,05$  para os efeitos principais e de  $p < 0,20$  para a interação. Quando significativo, o ajuste das curvas de resposta a N foi feito pela análise de regressão polinomial. A comparação dos efeitos principais de cobertura de solo no outono-inverno foi realizada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para nenhuma das características avaliadas houve interação de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicadas em cobertura no milho em sucessão.

O teor relativo de clorofila na folha avaliado nos estádios V<sub>7</sub> e V<sub>10</sub>, aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada (**Figura 1**). De maneira inversa, a porcentagem de senescência foliar, avaliada nos estádios R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub>, diminuiu de forma quadrática à medida que aumentou a dose de N aplicada (**Figura 2**).

Para rendimento de grãos de milho foram significativos os efeitos principais de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicado em cobertura. O milho em sucessão ao azevém produziu 7,7 e 11,0 % menos em relação, respectivamente, ao em sucessão ao cornichão e ao pousio (**Tabela 1**). Esse menor rendimento do milho em sucessão ao azevém esteve associado ao menor número de grãos por espiga, já que o peso do grão foi muito pouco afetado e o número de espigas por metro quadrado não variou em função da cobertura de solo (**Tabela 1**). Isso se deve, provavelmente, à imobilização do N para decomposição de sua palha.

O rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada em cobertura no milho, na média de coberturas de solo no outono-inverno (**Figura 3**). A dose de máxima eficiência técnica foi de 330 kg ha<sup>-1</sup> de N. Esse aumento do rendimento deveu-se ao aumento de dois componentes do rendimento, o número de grãos por espiga e o peso do grão, já que o número de espigas por metro quadrado não variou em função da dose de N (**Tabela 1**). Esse aumento nesses dois componentes deveu-se à melhoria da nutrição nitrogenada da planta, expressa em termos de teor relativo de clorofila na folha, com o incremento da dose de N aplicado em cobertura (**Figura 1**). Em função disso, observou-se menor

senescência foliar, avaliada em três estádios de desenvolvimento, à medida que se incrementou a dose de N aplicada (**Figura 2**).

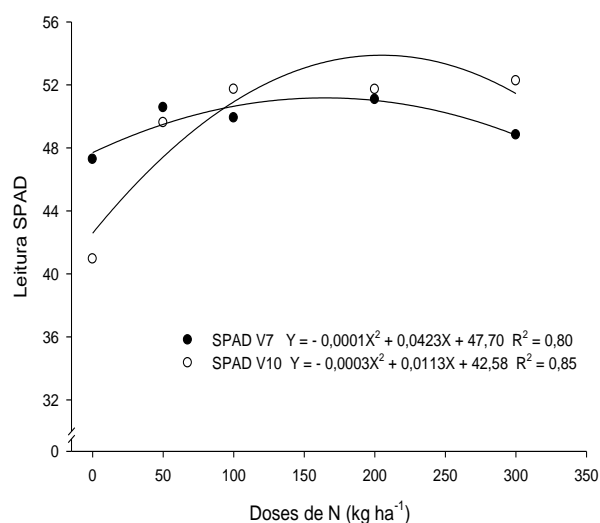
A eficiência agrônômica de uso do N (EAN) diminuiu linearmente à medida que aumentou a dose de N aplicada em cobertura (**Figura 4**). A EAN diminuiu de 42,4 kg kg<sup>-1</sup>, com a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, para 20,8 kg kg<sup>-1</sup>, com a aplicação da maior dose de N (300 kg ha<sup>-1</sup>). Isso ocorre devido ao fato de que, com menores doses de N aplicado, há maior absorção desse nutriente pela planta, diminuindo, assim, as perdas para o ambiente.

## CONCLUSÃO

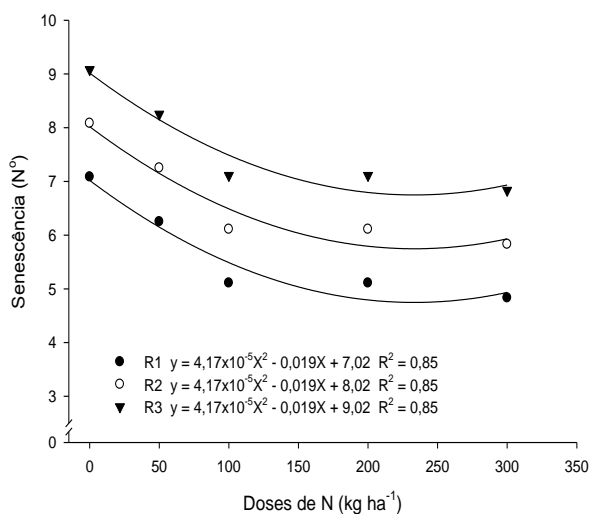
O cultivo de azevém no outono-inverno reduz o rendimento de grãos de milho em sucessão, em relação ao pousio e ao cornichão.

Em gleissolo, com baixo teor de matéria orgânica, o milho responde até a aplicação de 330 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura.

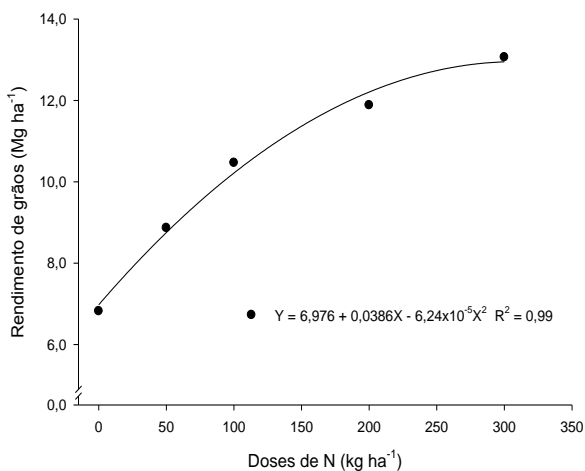
A eficiência agrônômica de uso do nitrogênio, ou seja, a quantidade de quilogramas de grãos de milho produzido por quilograma de N aplicado, reduz-se à medida que aumenta a dose de N aplicada em cobertura.



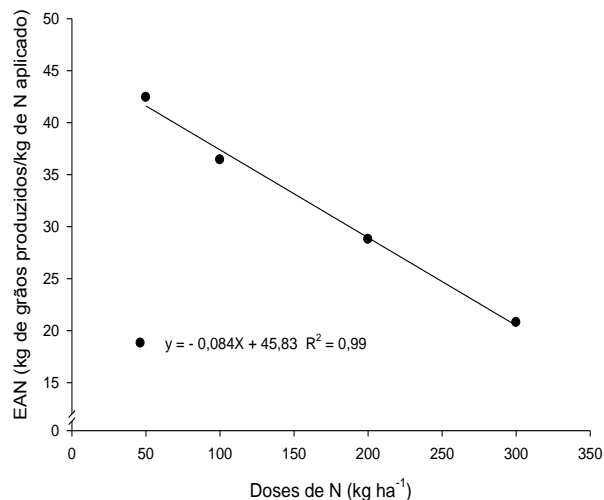
**Figura 1.** Teor relativo de clorofila na folha em função de dose de nitrogênio aplicado em cobertura no milho, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.



**Figura 2.** Número de folhas senescidas na cultura do milho nos estádios R1, R2 e R3, conforme escala de Ritchie et al. (1993), em função de doses de nitrogênio (N) aplicado em cobertura, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.



**Figura 3.** Rendimento de grãos de milho em função de doses de nitrogênio aplicado em cobertura, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS. 2015/16.



**Figura 4.** Eficiência agrônômica de uso do N (EAN) em função de doses de aplicação de N em cobertura em milho, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

#### REFERÊNCIAS:

EMYGDIO, B.M.; SCHNEID, A.P.; ROSA, A.; CELARO, M.C.(Ed.). **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 124 p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed.rev.ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

**Tabela 1** - Rendimento de grãos, componentes do rendimento e outras características agronômicas do milho cultivado em área de arroz irrigado em sucessão a três coberturas de solo no outono-inverno, na média de doses de N aplicado em cobertura. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

Determinações	Cobertura de solo			CV <sup>1</sup> (%)
	Azevém	Cornichão	Pousio	
Massa seca no espigamento (Mg ha <sup>-1</sup> )	20,3 ns	21,8	20,5	34,15
Rendimento de grãos (Mg ha <sup>-1</sup> )	9,61 b*	10,35 ab	10,69 a	10,75
Espigas m <sup>2</sup> (No.)	7,6 ns	7,8	8,1	14,29
Grãos espiga <sup>-1</sup> (No.)	488 b*	508 ab	519 a	6,49
Peso do grão (mg)	247 ab*	251 a	246 b	1,92

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). <sup>1</sup>Coefficiente de variação.

## Resposta do milho à adubação nitrogenada em função de época de semeadura.

**Laís Corrêa Miozzo<sup>1</sup>; Paulo Regis Ferreira da Silva<sup>2</sup>; Natan Henrique Ferrari Pagliarini<sup>3</sup>; José Antônio Severo Celestino Alves<sup>4</sup>, Isadora Rodrigues Jaeger<sup>5</sup> e Cristhian Richetti<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Estudante de pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Faculdade de Agronomia (FA), Porto Alegre, RS, bolsista CAPES: laismiozzo@gmail.com; <sup>2</sup> Docente convidado; UFRGS/FA, Consultor Técnico do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e Pesquisador CNPQ: paulo.silva@ufrgs.br <sup>3</sup> Engº Agrônomo Mestre em Fitotecnia, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, natanpagliarini@hotmail.com <sup>4</sup> Estudante de pós-graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: joseantonio\_sca@hotmail.com. <sup>5</sup> Estudante de graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: isa.jaeger@gmail.com. <sup>6</sup> Estudante de graduação, UFRGS/FA; Porto Alegre, RS, bolsista CNPQ: cristhianrichetti@gmail.com

**RESUMO:** Em regiões mais quentes do estado do RS, o milho é semeado em uma ampla faixa de época de semeadura. Em virtude de diferenças na temperatura, o crescimento da planta varia conforme a época de semeadura. Isso pode determinar diferenças na resposta do rendimento de grãos à adubação nitrogenada em cobertura. O objetivo do trabalho foi determinar se a resposta do milho à adubação nitrogenada varia em função de época de semeadura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de duas épocas de semeadura (15 de agosto e 13 de outubro de 2014), caracterizadas, respectivamente, como sendo época antecipada e intermediária, e cinco doses de nitrogênio em cobertura (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup>). O híbrido utilizado foi o Pioneer 30F53 PRO 2. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para a interação ( $p \leq 0,20$ ) e para os efeitos principais ( $p \leq 0,05$ ).

As plantas de milho apresentaram menores estatura, diâmetro de colmo e percentagem de senescência foliar na semeadura realizada no início do período recomendado (agosto) em relação à realizada em um período intermediário (outubro).

A resposta do rendimento de grãos e da eficiência de uso de nitrogênio de milho à adubação nitrogenada em cobertura é maior na época de semeadura de agosto em relação à de outubro.

**Termos de indexação:** rendimento de grãos, eficiência de uso do N, doses de nitrogênio.

### Introdução

O rendimento médio de grãos de milho nas últimas cinco safras (2011/12 a 2014/15) no estado do Rio Grande do Sul foi de 5,06 Mg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2015). Considerando que as produtividades máximas obtidas em experimentos conduzidos sob condições ótimas de manejo são de 17,4 (Menegati et al., 2012) e 18,6 Mg ha<sup>-1</sup> (Schmitt et. al., 2012), respectivamente nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, verifica-se que há uma grande lacuna entre as produtividades médias de grãos obtidas em lavouras comerciais de milho e as obtidas em experimentos. Inúmeras causas têm determinado os baixos rendimentos obtidos em lavouras, dentre as quais se destaca o manejo inadequado da adubação, principalmente a nitrogenada.

O N é o nutriente que o milho tem maior demanda, podendo ser limitante ao seu desenvolvimento, pois é fundamental no metabolismo vegetal, participando diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas (Büll, 1993). Pelo fato do N apresentar uma dinâmica muito complexa no solo, é necessário o uso de adubação nitrogenada para complementar a quantidade desse nutriente fornecida pelo solo.

Nas regiões mais quentes do estado do Rio Grande do Sul, como a Depressão Central, Missões e Região Noroeste, é possível semear-se milho numa ampla faixa de época de semeadura, que vai desde final de julho a janeiro. Em função disso, as condições meteorológicas diferem com a época de semeadura. A fenologia e o desenvolvimento das plantas de milho são influenciados pela radiação solar e temperatura. Com semeaduras realizadas no início da época recomendada, há redução na taxa de crescimento da planta e aumento na duração dos subperíodos de desenvolvimento, ocorrendo o



inverso com semeaduras realizadas no final da época recomendada (Sangoi et al., 2010).

O objetivo do trabalho foi determinar se a resposta do milho à adubação nitrogenada varia em função de época de semeadura.

### Material e métodos

A pesquisa foi conduzida a campo no ano agrícola 2014/15, na Estação Experimental Agrônômica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), no município de Eldorado do Sul, região ecoclimática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo utilizado foi o Argissolo Vermelho Distrófico típico. A área experimental está sendo cultivada em sistema de semeadura direta há 25 anos, com rotação milho/soja no verão.

### Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de duas épocas de semeadura e cinco doses de N aplicado em cobertura no milho. O milho foi semeado em duas épocas, sendo uma época considerada antecipada (15 de agosto de 2014) e a outra intermediária (13 de outubro de 2014). As doses de N utilizadas nas duas épocas foram: 0, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup>. A aplicação do adubo nitrogenado foi parcelada, sendo a primeira dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N igual para todos os tratamentos, exceto na testemunha sem N, no estágio V<sub>3</sub>, conforme escala de Ritchie *et al.* (1993). Nos tratamentos com 100 e 200 kg N ha<sup>-1</sup>, o restante das doses foi aplicada em V<sub>7</sub>. Nas duas doses mais altas (300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de N), o restante da dose foi dividida pela metade e aplicada em dois estádios, V<sub>7</sub> e V<sub>10</sub>. Para incorporar o N e minimizar perdas por volatilização, foram aplicados, logo após a aplicação do adubo nitrogenado, 20 mm de água por irrigação por aspersão. A fonte de N utilizada foi a ureia com inibidor de urease..

O genótipo de milho utilizado foi o P 30F53, da empresa Pioneer Sementes, que é um híbrido simples, com ciclo precoce, com eventos RR e Bt. Utilizou-se o sistema de semeadura direta, em sucessão à aveia branca (*Avena sativa*) no outono-inverno. A densidade de plantas foi de 9,0 pl m<sup>-2</sup>, com espaçamento entrelinhas de 0,5 m. A adubação na semeadura constou da aplicação de 25, 150 e 75 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. O milho foi irrigado sempre que necessário. As demais práticas de manejo utilizadas seguiram as recomendações técnicas dessa cultura.

### Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram locadas as épocas de semeadura e nas subparcelas as doses de adubo nitrogenado.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para a interação ( $p \leq 0,20$ ) conforme descrito por Perecin & Cargnelutti Filho (2008), e para os efeitos principais ( $p \leq 0,05$ ). Quando significativo, foram ajustadas curvas de respostas a N pela análise de regressão polinomial. Para comparação dos efeitos principais de época de semeadura aplicou-se o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### Resultados e discussão

Para estatura de planta, diâmetro de colmo e porcentagem de senescência foliar houve apenas efeito principal de época de semeadura, sendo menores na época de semeadura de agosto em relação à outubro (**Tabela 1**). Isto se deve à ocorrência de menores temperaturas do ar durante o ciclo de desenvolvimento do milho na semeadura mais antecipada, que proporciona menor crescimento de plantas.

A resposta da quantidade de N acumulada na planta no espigamento ao incremento da dose de N variou conforme a época de semeadura (**Figura 1**). Enquanto na época antecipada (agosto) ela aumentou linearmente, na época intermediária (outubro) a resposta foi quadrática. De uma maneira geral, foram observadas menores quantidades de N acumulada nas plantas na época de semeadura de agosto em relação à de outubro, embora estatisticamente tenha sido significativa apenas na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. Essa maior quantidade de N acumulada na época de outubro deveu-se ao menor rendimento de massa seca da parte aérea verificado nessa época de semeadura.

Nas duas épocas de semeadura, o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada (**Figura 2**). As doses de máxima eficiência técnica foram de 394 e 364 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente nas épocas de semeadura de agosto e de outubro. De uma maneira geral, observou-se maior resposta à adubação nitrogenada na época de semeadura de agosto em relação à de outubro, embora estatisticamente tenha sido significativa apenas na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N. Essa maior resposta do

rendimento de grãos na época de semeadura de agosto pode estar associada ao menor desenvolvimento vegetativo da planta nessa época (**Tabela 1**), devido à ocorrência de menores temperaturas do ar. Em plantas menos desenvolvidas há menor gasto de fotoassimilados em crescimento vegetativo, havendo maior disponibilidade dos mesmos para o enchimento de grãos. Com efeito, a percentagem de senescência foliar, avaliada no espigamento, foi menor na época de semeadura de agosto em relação à de outubro (**Tabela 1**). Isto evidencia que houve a necessidade de menor mobilização de nutrientes das folhas mais velhas para as mais novas nessa época antecipada.

Nas duas épocas de semeadura, a EAN diminuiu de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada (**Figura 4**). Isso ocorre devido ao fato de que, com menores quantidades de nitrogênio aplicado, há maior absorção desse nutriente pela planta, diminuindo, assim, as perdas para o ambiente. Com a aplicação das doses de 100 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, a EAN foi 30 e 45 % maior na época de semeadura de agosto em relação à de outubro. Isso pode estar associado ao menor desenvolvimento vegetativo da planta na época antecipada, devido à ocorrência de menores temperaturas do ar.

### Conclusões.

Em regiões mais quentes do estado do RS, as plantas de milho apresentam menores estatura, diâmetro de colmo e percentagem de senescência foliar na semeadura realizada no início do período recomendado (agosto) em relação a um período intermediário (outubro).

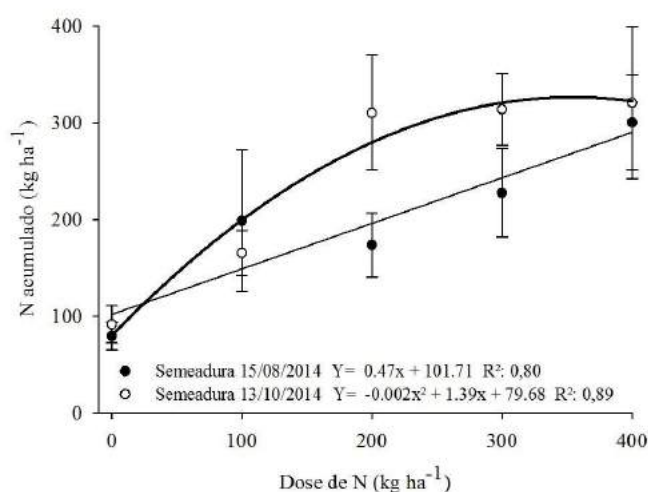
Época de semeadura	15/08/2014	13/10/2014	CV <sup>1</sup> %
Diâmetro de colmo (cm)	1,8 b	2,1 a	5,9
Estatura (m)	2,22 b	2,72 a	3,6
Senescência foliar (%)	31,0b	35,0 a	7,63

A resposta do rendimento de grãos e da eficiência de uso de nitrogênio de milho à adubação nitrogenada em cobertura é maior na época de semeadura de agosto em relação à de outubro.

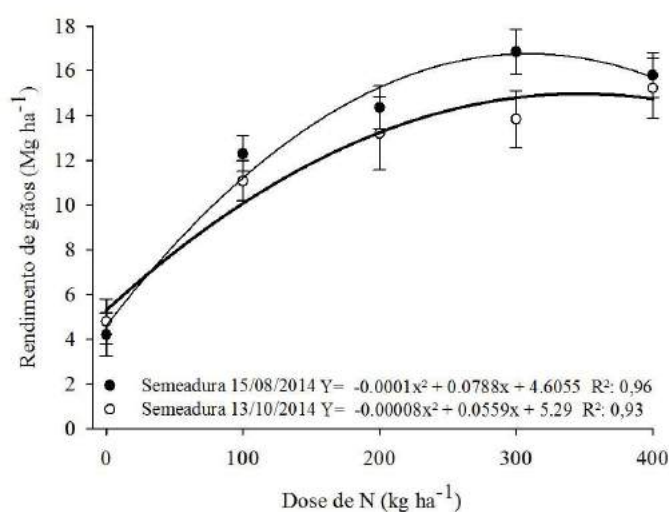
**Tabela 1.** Características associadas ao desenvolvimento da planta de milho em duas

épocas de semeadura, na média de doses de N aplicado no milho. Eldorado - RS, 2014/15

<sup>1</sup>Coefficiente de variação; \* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).



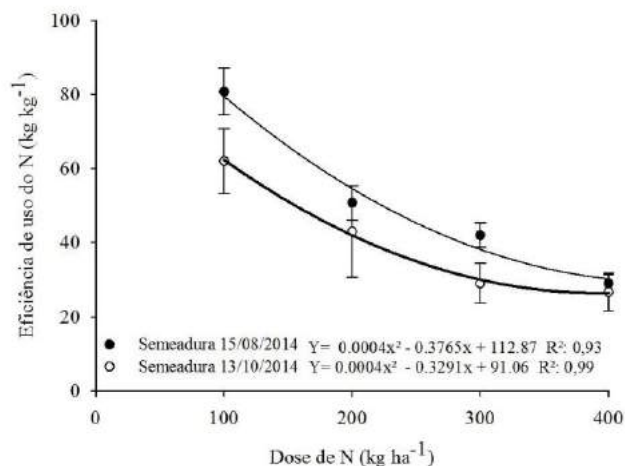
**Figura 1.** Quantidade de N acumulado por hectare na parte aérea no espigamento do milho em função de doses de N aplicadas em cobertura, em duas épocas de semeadura. Eldorado do Sul- RS, 2014/15.



**Figura 2.** Rendimento de grãos de milho em função de doses de aplicação de N em cobertura, em duas

épocas de semeadura. Eldorado do Sul- RS, 2014/15.

SANGOI *et al.* **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010 87 p.



SCHMITT, A. et al. Incremento na densidade de plantas como estratégia para aumentar o rendimento de grãos de milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais em CD**. Águas de Lindóia: CBMS, 2012.

**Figura 3.** Eficiência agrônoma de uso do N (EAN) em função de doses de aplicação de N em cobertura em milho, em duas épocas de semeadura. Eldorado do Sul- RS, 2014/15.

<sup>1</sup> Quilogramas de grãos de milho produzidos por quilograma de N aplicado, em kg kg<sup>-1</sup>.

## Referências

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: Büll, L. T.; Cantarella, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 63-145.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO . **Séries históricas** Disponível em: <  
[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto&Pagina\\_objcmsconteudos=3#A\\_objcmsconteudo](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudo)  
s >. Acesso em: 22 abr. 2015.

MENEGATI, G. B. **Estratégias de manejo para minimizar estresse por deficiência hídrica e para potencializar rendimento em grãos de milho sob condições de irrigação**. 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Ufrgs, Porto Alegre, 2013.

PERECIN, D. & CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

RITCHIE, s.w.; Hanway, j.j. & Benson, G.O. **How a corn plant develops**. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1993.26p. (Special Report, 48).

## Respostas agronômicas de milho consorciado e co-inoculado cultivado em dois tipos de solo

Ricardo Fachinelli<sup>(1)</sup>; Priscila Akemi Makino<sup>(2)</sup>; Valquiria Krolikowski<sup>(3)</sup>; Hadassa Kathyuci Antunes de Abreu<sup>(1)</sup>; Renato Albuquerque da Luz<sup>(1)</sup>; Gessi Ceccon<sup>(4)</sup>.

- (1) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; [rfachinelli@hotmail.com](mailto:rfachinelli@hotmail.com); [hadassa.antunes@gmail.com](mailto:hadassa.antunes@gmail.com); [reantoalbuquerque@luz@gmail.com](mailto:reantoalbuquerque@luz@gmail.com); (2) Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; [priscila\\_akemi17@hotmail.com](mailto:priscila_akemi17@hotmail.com); (3) Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Aquidauana, MS; [valkrolikowski@hotmail.com](mailto:valkrolikowski@hotmail.com); (4) Analista Embrapa Agropecuária Oeste; Dourados, MS; [gessi.ceccon@embrapa.br](mailto:gessi.ceccon@embrapa.br)

**RESUMO:** O nitrogênio é um elemento fundamental para garantir bom desenvolvimento e produtividade da cultura de milho. Por ser um insumo de elevado custo, a co-inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio podem ser uma alternativa viável para disponibilizá-lo a cultura. Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia da inoculação e a co-inoculação em plantas de milho cultivadas em vasos, sob o sistema consorciado em dois tipos de solo. O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Agropecuária Oeste, em casa de vegetação, com cultivo das plantas de milho em vasos. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com solo Arenoso e Argiloso, seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiam em: sem nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão; com nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão; sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão; sem nitrogênio e com *Azospirillum* no verão; sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão e Com *Azospirillum* na safrinha; sem nitrogênio, Com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* no verão e com *Azospirillum* na safrinha. As plantas cultivadas em solo argiloso apresentaram maior altura, produção de massa seca total e teor de clorofila, e em todas as formas de inoculação apresentaram resultados inferiores ao tratamento com adubação nitrogenada. Os tratamentos com inoculação de *Bradyrhizobium* e com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão e

*Azospirillum* na safrinha, mostraram ser eficiente para produção de grãos, igualando-se ao de adubação nitrogenada. Conclui-se que a inoculação com *A. brasilense* promove produtividade de grãos equivalentes a adubação nitrogenada em plantas de milho consorciadas cultivadas em vaso.

**Termos de indexação:** *Bradyrhizobium*; *Azospirillum*; Fitotecnia.

### INTRODUÇÃO

Dentro da produção agrícola do milho, os fertilizantes nitrogenados constituem um dos mais altos custos do cultivo, devido ao grande uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, obtidos da importação (Hungria, 2011). Um dos objetivos da agricultura sustentável é o aproveitamento eficiente do N atmosférico (Graham & Vance, 2000). A busca por alternativas para reduzir a utilização de fertilizantes sem diminuir a produção possibilita minimizar os custos de cultivo e os problemas ambientais relacionados.

A inoculação da cultura com bactérias do gênero *Azospirillum*, aumentam a eficiência da cultura, pois atuam estimulando seu crescimento por múltiplos mecanismos, incluindo síntese de fito-hormônio, melhoria da nutrição nitrogenada, mitigação de estresse e controle biológico da microbiota patogênica (Bashan & Bashan, 2010).



A inoculação de bactérias diazotróficas pode ser uma alternativa na busca pela sustentabilidade dos sistemas agrícolas, pois promovem maior disponibilidade de N para a planta pela atuação de microrganismos (Baldani et al., 2002).

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da inoculação e co-inoculação em plantas de milho cultivadas em vasos, sob o sistema de consórcio com a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás em dois tipos de solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado no Centro de Pesquisas da Embrapa Agropecuária Oeste, conduzido em casa de vegetação não climatizada. Foram utilizados vasos cilíndricos (40 x 60 cm) com capacidade de 60 kg de solo seco. O cultivo anterior correspondeu ao plantio de soja inoculada com *Bradyrhizobium*.

O híbrido de milho DKB 390 PRO foi semeado em fevereiro de 2016, sob sistema de cultivo consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás. Foram semeadas quatro sementes de milho e doze de braquiária em cada vaso e após a emergência realizou-se o desbaste, permanecendo uma planta de milho e quatro de braquiária em cada vaso. A irrigação foi realizada durante todo o ciclo da cultura, para manutenção da umidade do solo na capacidade de campo.

No plantio foi utilizado a dose de 2,5 g de adubo 0-20-20 por vaso, e nos tratamentos com adubação nitrogenada foram adicionados 2,5 g de ureia.

Na maturação fisiológica da cultura, foi realizada a coleta das plantas de milho para avaliar a altura de planta (m), medindo o comprimento da base até o ápice; massa seca total (g planta<sup>-1</sup>), calculada a partir do somatório de peso seco de colmo, espigas e folhas; produção de grãos por planta (g planta<sup>-1</sup>); e teor de clorofila total, com leituras realizadas na folha oposta e abaixo da espiga, no período de florescimento, utilizando clorofilômetro.

## Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com dois tipos de solo (arenoso e argiloso), seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram: sem nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no

verão (SN+SB); com nitrogênio e sem *Bradyrhizobium* no verão (CN+SB); sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão (SN+CB); sem nitrogênio e com *Azospirillum* no verão (SN+CA); sem nitrogênio e com *Bradyrhizobium* no verão e com *Azospirillum* na safrinha (SN, CB+CA safrinha); sem nitrogênio, com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no verão e com *Azospirillum* na safrinha (SN, CB+A verão +CA safrinha).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ( $P \leq 0,05$ ) e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito significativo da interação entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas, exceto teor de clorofila, o qual apresentou efeito isolado do tratamento com inoculação e tipo de solo.

A altura de planta foi maior no tratamento sem adubação e sem inoculação (SN+SB) e no tratamento com adubação nitrogenada (CN+SB), em ambos os solos, demonstrando que a inoculação não foi eficiente para elevar o valor do parâmetro avaliado. As plantas cultivadas no solo argiloso apresentaram maior crescimento em altura.

Segundo Castro et al. (2008), a altura de planta é influenciada pela disponibilidade de nitrogênio no solo, uma vez que este nutriente participa diretamente na divisão e expansão celular e no processo fotossintético. Isso evidencia que plantas nutridas adequadamente com N podem ter maior desenvolvimento vegetativo.

Na contribuição da fixação biológica por *Azospirillum*, pode-se dizer que a transferência do N fixado para a planta ocorre muito lentamente. Apenas uma pequena parte torna-se disponível para o vegetal e as bactérias não secretam altas quantidades de amônia durante o crescimento diazotrófico (Cassan et al., 2001). Com isso, o crescimento em altura da planta pode ser prejudicado, acarretando em plantas de menor porte.

As plantas cultivadas em solo argiloso apresentaram maior massa seca total, sendo a



maior no tratamento sem inoculação e adubação (SN+SB). Em solo arenoso, os tratamentos sem inoculação e adubação (SN+SB) e com adubação nitrogenada (CN+SB) apresentaram maior massa seca total em relação aos demais.

O mesmo foi observado por Repke (2013), que trabalhando com plantas de milho inoculadas com *A. brasilense* sob doses de nitrogênio, não verificou influência da inoculação para a produção de matéria seca, apenas das doses do fertilizante nitrogenado.

A avaliação de clorofila das plantas de milho mostrou melhor resultado nas plantas cultivadas em solo argiloso, enquanto que nos tratamentos, a maior produção de clorofila foi observada no tratamento sob adubação nitrogenada (CN+SB).

A produção de grãos foi superior nas plantas cultivadas em solo argiloso, sendo os tratamentos com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão (SN+CB) e com inoculação de *Bradyrhizobium* no verão e *A. brasilense* na safrinha (SN, CB verão+CA safrinha), mostraram ser tão eficientes quanto a adubação nitrogenada em relação à esta variável. Em solo arenoso, a maior produção de grãos por planta foi observada apenas no tratamento com adubação nitrogenada sem inoculação (CN+SB).

A importância da adubação nitrogenada reflete no processo de crescimento do vegetal, o qual depende do N para realização da síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, proporcionando uma vegetação verde e abundante, com aumento da folhagem e rápido crescimento (Okumura et al. 2011).

## CONCLUSÕES

A inoculação com *A. brasilense* em milho consorciado com braquiária, não influencia a maioria dos parâmetros agrônômicos avaliados, no entanto possibilita aumentar a produção de grãos.

As variáveis analisadas apresentam melhores resultados quando o milho é cultivado em solos argilosos, sob adubação nitrogenada e na ausência de inoculação.

## REFERÊNCIAS

BALDANI, J.I. Potencial biotecnológico de bactérias diazotróficas associativas e endofíticas. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J.L. **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002. 433p.

BASHAN, Y.; BASHAN, L. E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. **Advances in agronomy**, v.108, n. 77-136, 2010.

CASSAN, F. et al. *Azospirillum brasilense* and *Azospirillum lipoferum* hydrolyze conjugates of GA20 and metabolize the resultant aglycones to GA1 in seedlings of Rice dwarf mutants. **Plant Physiology**. Washington. v.125, n.4, p.2053-2058, 2001.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. 1. ed. Editora Agronômica Ceres, 2008. 864p.

GRAHAM, P. H.; VANCE C. P. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, p. 93-106, 2000.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**. The Hague. v.331, p.413-425, 2011.

OKUMURA R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** v.4, n.2, 2011.

REPKE, R. A. Eficiência da *Azospirillum brasilense* na fixação de nitrogênio em milho. Dissertação (Mestrado)



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,  
mercados e segurança alimentar"

---

Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências  
Agrárias. [s. n.] Botucatu-SP, 2013.

**Tabela 1** – Altura de plantas, massa seca total, produção de grãos e teor de clorofila, em tratamentos com inoculação e co-inoculação de plantas de milho em consórcio com a *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás em dois tipos de solo, em Dourados, MS, 2016.

	Altura (m)		Massa seca total (g)				Produção de grãos (g planta <sup>-1</sup> )		Teor de Clorofila					
	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso						
SN+SB	152,7	bA	186,2	aA	169,54	bA	338,04	aA	1,5	bB	27,78	aAB	22,27	b
CN+SB	158	aA	163,7	aAB	206,77	aA	200,21	aB	33,98	aA	30,66	aAB	37,19	a
SN+CB	111,3	bB	152,5	aB	88,55	bB	189,26	aB	7,73	aB	19,08	aAB	22,44	b
SN+CA	118,8	bB	154,8	aB	86,4	bB	210,69	aB	0,52	bB	13,66	aB	22,18	b
SN+CB (verão) +CA (safrinha)	112,3	bB	151	aB	92,65	bB	227,66	aB	1,2	bB	36,69	aA	22,28	b
SN+CB+A (verão) +CA (safrinha)	115,8	bB	159,2	aB	94,36	bB	198,21	aB	0,22	bB	16,56	aB	21,05	b
Média			144,69				175,19				15,8		24,57	
CV%			9,26				20,6				69,89		13,49	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

**Tabela 2** – Teor de clorofila de plantas de milho em consórcio com a *B. brizantha* cv. BRS Paiaguás, em dois tipos de solo, em Dourados, MS, 2016.

	Clorofila	
Arenoso	21,71	b
Argiloso	27,43	a
Média	24,57	
CV%	13,49	

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

## Teor de Macronutrientes do Milho Orgânico Consorciado com Adubos Verdes Perenes

**Ana Carolina Costa Arantes<sup>(1)</sup>; Anastácia Fontanetti<sup>(2)</sup>; Alexandre Gonçalves Próspero<sup>(3)</sup>; Francisco José da Silva Neto<sup>(4)</sup>; Alexandra Providello<sup>(5)</sup>; Emmanuélly Maria de Souza Fernandes<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante de mestrado em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados; Universidade Federal de São Carlos/CCA; Araras, São Paulo; accarantes@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professora; UFSCar/CCA; anastacia@cca.ufscar.br; <sup>(3)</sup> Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; alexandregprospero@gmail.com; <sup>(4)</sup> Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; franciscojose331@gmail.com; <sup>(5)</sup> Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; alexandra.providello@yahoo.com.br; <sup>(6)</sup> Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; emmanuely.fernandes@gmail.com.

**RESUMO:** O consórcio do milho com adubos verdes perenes é uma alternativa para incrementar a matéria orgânica, melhorando a estrutura do solo e a nutrição mineral do milho. Objetivou-se avaliar o estado nutricional do milho em cultivo consorciado com adubos verdes perenes semeados em épocas distintas de seu desenvolvimento. O experimento foi realizado na safra de 2014/2015, na UFSCar/Araras-SP, em blocos casualizados no esquema fatorial 3 (*Calopogonium mucunoides* Desv.; *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.; *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) Lackey) x 2 (semeadura no V4 e VT do milho) + 1 (milho solteiro), com 4 repetições. Avaliou-se os teores dos macronutrientes foliares do milho. Os adubos verdes afetaram de forma negativa o teores foliares de P, K, Ca, Mg e S do milho. O calopogônio semeado no estágio V4 competiu com o milho pelo N. O calopogônio semeado em VT, a puerária e a soja perene semeados no V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio para o milho.

**Termos de indexação:** *Zea mays* L., Competição, Fabáceas.

### INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas agrícolas mais cultivada em consórcios, devido a sua maior taxa de acúmulo de matéria seca nos estádios iniciais e elevada altura de plantas e inserção das espigas (Alvarenga et al., 2006).

Nas últimas décadas, o consórcio do milho com adubos verdes (A.V.) têm se destacado com o objetivo de incrementar a produção de matéria seca e a cobertura do solo durante o desenvolvimento da poácea (Alvarenga et al., 1995).

Os A.V. podem mobilizar P, Ca, Mg, das camadas mais profundas do solo (Castro & Prezotto, 2008), além de reduzirem as perdas por lixiviação e volatilização e os teores de Al e Mn no solo, aumentando a troca catiônica (Ribeiro et al., 2011). As fabáceas, ainda, têm a capacidade de aportar nitrogênio ao sistema via fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Pereira et al., 2012), sendo este macronutriente o mais requerido pelo milho (Sangoi et al., 2002).

No sistema consorciado é necessário que se evite a competição por água e luz entre as espécies, sendo, portanto necessário o conhecimento das características ecofisiológicas das espécies envolvidas, bem como as curvas de demanda nutricional (Jakelaitis et al., 2005). Zanine & Santos (2004) explicam que a competição por nutrientes pode ocorrer quando as raízes das plantas sobrepõem a área de absorção de nutrientes e água e quando a quantidade de nutrientes no solo não for suficientes para as espécies.

Portanto, objetivou-se avaliar o teor de macronutrientes foliares do milho cultivado em consórcio com adubos verdes perenes semeados em diferentes fases de desenvolvimento do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na UFSCar/CCA – Araras/SP, na safra de 2014/2015. O delineamento experimental foi o blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 2 + 1 (milho solteiro), com 4 repetições:

1º fator: 3 A.V. (calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.); puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) e soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey.));

2º fator: 2 épocas de semeadura dos A.V. (V4 (quatro folhas expandidas do milho) e VT (pendoamento do milho)).

O solo da área é um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com características químicas: P resina (14 mg dm<sup>-3</sup>); M.O. (23 g dm<sup>-3</sup>); pH (5,5); K (4,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Ca (27 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Mg (9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); H+Al (23 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); SB (41 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); CTC (63 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V (64 %).

O preparo do solo foi realizado com duas operações de gradagem e, a semeadura do milho, Al Avaré Orgânico, foi feita na densidade 6 sementes m<sup>-1</sup>, objetivando a população de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>. As parcelas experimentais foram formadas por 5 linhas de milho com 5 m de comprimento e espaçadas à 0,90 m.

A adubação foi feita com composto orgânico comercial na quantidade e 9,2 t ha<sup>-1</sup>, visando atender a dose de nitrogênio necessária para a produção de 6,0 – 8,0 t ha<sup>-1</sup> de grãos (Ribeiro, 1998), de acordo com a sua característica química: C (13,1%); N (1,3%); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (3,13%); K<sub>2</sub>O (1,62%); CaO (11,1%); MgO (1,98%); SO<sub>4</sub> (1,5%); Cu (69,2 ppm); Fe (561 ppm); Mn (511,2 ppm); Zn (766 ppm); Ph (8,0 CaCl<sub>2</sub>)

As sementes dos A. V. foram semeadas nas entrelinhas do milho de acordo com o seu valor cultural (Cecon, 2015), nas densidades: 21 sementes m<sup>-1</sup> de calopogônio, 60 sementes m<sup>-1</sup> de puerária e 30 sementes m<sup>-1</sup> de soja perene.

Os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) nas folhas do milho foram avaliados no estádio R1/R2 (grão leitoso), coletando-se a folha oposta e abaixo da espiga superior de 10 plantas (Cantarella et al., 1997), nas 3 fileiras centrais de cada parcela. As amostras secas e moídas foram direcionadas ao laboratório para a análise dos teores nutricionais segundo métodos propostos por Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias dos teores de nutrientes dos consórcios milho/adubos verdes foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação entre as médias dos consórcios do milho/adubos verdes com o milho solteiro foi realizada por contrastes entre as médias, pelo teste F a 5% de probabilidade, com o software SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho consorciado com o calopogônio, semeado no estádio V4, apresentou os menores teores de nitrogênio foliar. Fato não observado quando o calopogônio foi semeado no estádio VT. Já para a puerária e soja perene, não foram observadas diferenças significativas para esse nutriente (**Tabela 1**). O calopogônio, apesar de realizar a FBN, pode ter competido com o milho pelo N disponível.

**Tabela 1** - Médias dos teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas folhas do milho em consórcio com os adubos verdes semeados nos estádios fenológicos V4 e VT. Araras/SP, 2014/15.

ADUBOS VERDES	N		Ca		Mg	
	g kg <sup>-1</sup>					
	V4	VT	V4	VT	V4	VT
Calopogônio	22,8 <sup>Bb</sup>	36,5 <sup>Aa</sup>	2,4 <sup>Aa</sup>	2,1 <sup>ABa</sup>	0,7 <sup>Aa</sup>	0,7 <sup>Aba</sup>
Puerária	34,5 <sup>Aa</sup>	36,4 <sup>Aa</sup>	2,0 <sup>Ab</sup>	2,4 <sup>Aa</sup>	0,7 <sup>Aa</sup>	1,0 <sup>Aa</sup>
Soja perene	35,2 <sup>Aa</sup>	34,5 <sup>Aa</sup>	2,2 <sup>Aa</sup>	2,0 <sup>Ba</sup>	0,7 <sup>Aa</sup>	0,3 <sup>Bb</sup>
CV (%)	6,19		11,32		37,3	
MÉDIA	33,31		2,19		0,69	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Spagnollo et al. (2002) afirmam que em consórcio, as fabáceas tendem a auxiliar no suprimento de nitrogênio para a cultura principal na safra seguinte. Já, Costa & Silva (2008) afirmam que a transferência pode ocorrer no mesmo ciclo, através de excreções de compostos nitrogenados, ou por decomposição dos nódulos e raízes durante a senescência da fabácea.

Devido à competição, Mendes et al. (2004) verificaram que o calopogônio e a puerária em



consórcio com o milho forneceram menor quantidade de N ( $19,5 \text{ g kg}^{-1}$ ), em relação ao feijão-de-porco e guandu-anão. Além disso, o calopogônio tem baixa capacidade de transferência do N para o sistema solo-planta (Formentini et al., 2008).

A competição por N fica mais evidente quando se avalia os contrastes (**Tabela 2**), o calopogônio semeado em V4 não contribuiu para o incremento de N foliar, e reduziu o teor quando comparado como milho solteiro.

O teor de Ca (**Tabela 1**) foi inferior aos teores mencionados por Mendes et al. (2004). Desta maneira é possível sugerir competição por este nutriente.

A puerária semeada em V4 e a soja perene semeada em VT proporcionaram teores de Ca na folhas de milho inferior ao cultivo solteiro (**Tabela 2**). A competição das fabáceas pelo Ca ocorre, porque o nutriente é utilizado na formação dos nódulos no sistema radicular, responsáveis pela FBN (Silva et al., 2011).

**Tabela 2** - Médias dos contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro, para o teor de nutrientes na folha do milho: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Araras/SP, safra 2014/2015.

CONTRASTES	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
Calopogônio V4	22,7*	1,2 <sup>ns</sup>	3,0 <sup>ns</sup>	2,4 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	1,2**
Calopogônio VT	36,5**	1,0 <sup>ns</sup>	3,9 <sup>ns</sup>	2,1 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>
Puerária V4	34,5**	0,8*	3,2 <sup>ns</sup>	2,0**	0,7 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
Puerária VT	36,4**	0,8*	3,2 <sup>ns</sup>	2,5 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>
Soja perene V4	35,2**	0,8*	3,0 <sup>ns</sup>	2,2 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
Soja perene VT	34,5**	0,7**	3,1 <sup>ns</sup>	2,0**	0,4**	1,0 <sup>ns</sup>
Milho solteiro	26,2	1,2	2,8	2,5	0,9	0,9
CV (%)	7,3	23,7	16,5	11,2	26,5	14,7

\*, \*\* Significativo, de acordo com o teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente; ns - Não significativo, de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

O teor de Mg nas folhas do milho (**Tabela 1**) foi menor no consórcio com a soja perene semeada no estádio VT, porém esse não diferiu

estatisticamente do consórcio com calopogônio semeado no mesmo estádio.

O maior teor de P foi encontrado no consórcio com o calopogônio (**Tabela 3**). Delarmelinda et al. (2010) relatam que as raízes do calopogônio liberam ácidos orgânicos no solo, que acidificam a região da rizosfera e realizam maior solubilização do P. Não houve competição entre o calopogônio e o milho, pois não foi encontrado diferença para os teores de P com o milho solteiro (**Tabela 2**).

O P e o Mg possuem sinergismo, e a absorção do P é influenciada pela concentração de Mg no meio, podendo o Mg ser carregador do P para dentro da planta (Malavolta et al., 1997).

O maior teor de S foi encontrado quando a semeadura foi realizada no estádio V4 do milho, independente dos A. V. (**Tabela 3**), e o calopogônio semeado no estádio V4 do milho proporcionou o maior teor foliar de S, em relação ao milho solteiro (**Tabela 2**).

Para as fabáceas, o S é requerido nos nódulos para a FBN (Paiva & Nicodemo, 1994), portanto o N influencia no teor de S disponível para o milho, o que causou redução no teor de N e aumento no teor de S do milho.

**Tabela 3** - Médias dos Teores de fósforo (P) e enxofre (S) no milho, de acordo com o tipo de adubo verde (calopogônio, puerária e soja perene) e a época de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT), respectivamente. Araras/SP, safra 2014/15.

ADUBOS VERDES	P
	(g kg <sup>-1</sup> )
Calopogônio	1,12 <sup>a</sup>
Puerária	0,83 <sup>b</sup>
Soja Perene	0,73 <sup>b</sup>
CV (%)	20,34
MÉDIA	0,89
ÉPOCA DE SEMEADURA	S
	(g kg <sup>-1</sup> )
V4	1,12 <sup>a</sup>
VT	0,98 <sup>b</sup>
CV (%)	15,36
MÉDIA	1,05

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Os adubos verdes afetaram de forma negativa o teores foliares de P, K, Ca, Mg e S do milho. O calopogônio semeado no estágio V4 competiu com o milho pelo N. O calopogônio semeado em VT, a puerária e a soja perene semeados no V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio ao milho.

## AGRADECIMENTOS

FAPESP, CNPq e CAPES

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas - MG: Embrapa-CNPMS, 2006. 12p. (Circular Técnica 80).
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; CAMARGO, C. E. O. 13 cereais. In: RAIJ, B. van et al., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação, 1997. p.45-72. (Boletim técnico, 100).
- CASTRO, A. M. C. e; PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônomo do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Dourados, v.1, n.2, p.35-44, 2008.
- CECCON, G. Cálculo para taxa de semeadura de espécies forrageiras perenes em cultivos anuais. **Agrarian**, Dourados, v.8, n.27, p. 39-46, 2015.
- COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Londrina, v.32, n.2, p.663-667, 2008.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Brasília: 3.ed., 2013. 353p.
- DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. da. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Revista Acta Amazônica**, Manaus v. 40, n. 3, p. 625-628. 2010.
- FERREIRA D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 456, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.
- FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. INCAPER, Vitória, 28p., 2008.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A. DA; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, no. 1, p. 39-46, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 308p, 1997.
- MENDES, F. F.; SANTOS, I. C. DOS; GUIMARÃES, L. J. M.; MIRANDA, G. V.; FONTANÉTTI, A.; OLIVEIRA, L. R.; SALGADO, L. T. **Efeito do consórcio milho-leguminosas e da aplicação de esterco na produtividade e no estado nutricional do milho em sistema orgânico**. EPAMIG, 2004. Disponível em: <[http://www.epamig.br/index.php?option=com\\_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphrase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15](http://www.epamig.br/index.php?option=com_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphrase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15)>. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.
- PAIVA, P. J. R.; NICODEMO, M. L. F. **Enxofre no sistema solo-planta-animal**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 45 p. EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 56.
- PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; PEREIRA S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 36-40, 2012.
- RIBEIRO, P. H. E. **Adaptabilidade e estabilidade de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do Estado de Minas Gerais**. 1998. 126 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- RIBEIRO, P. H.; SANTOS, J. V. V. M. dos; COSER, S. M.; NOGUEIRA, N. O.; MARTIN, C. A. de S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde**, v.6, n.1, p. 43 – 50, 2011.
- SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C. Acúmulo de matéria seca em

híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p.259-267, 2002.

SILVA, T. O. da; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; PRIMO, D. C.; SILVA, G. B. M. dos S. Produtividade de grãos e frações nitrogenadas do milho submetido a manejo de adubos orgânicos na região semiárida. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 1735-1744, 2011.

SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; PROENÇA, M. M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 417-423, 2002.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

## Teores de nutrientes em plantas de milho em função do nitrogênio antecipado em gramíneas forrageiras.

**Letusa Momesso Marques<sup>(1)</sup>; Katiuça Sueko Tanaka<sup>(2)</sup>; Lucas André Curto Donini<sup>(3)</sup>; Cassiano Silva Puoli<sup>(4)</sup>; Felipe de Andrade Faleco<sup>(5)</sup>; Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CAPES; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP; [letusamomesso@gmail.com](mailto:letusamomesso@gmail.com); <sup>(2)</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; FCA/UNESP; [katiucas@msn.com](mailto:katiucas@msn.com); <sup>(3)</sup> Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; FCA/UNESP; [lucasdonini.unesp@gmail.com](mailto:lucasdonini.unesp@gmail.com); <sup>(4)</sup> Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; FCA/UNESP; [cassiano.puoli@gmail.com](mailto:cassiano.puoli@gmail.com); <sup>(5)</sup> Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; FCA/UNESP; [felipe.faleco@hotmail.com](mailto:felipe.faleco@hotmail.com); <sup>(6)</sup> Professor Doutor Titular, bolsista CNPq de produtividade; FCA/UNESP; [crusciol@fca.unesp.br](mailto:crusciol@fca.unesp.br).

**RESUMO:** A presença de nutrientes disponíveis e a suplementação através de uma adubação manejada adequadamente são fatores determinantes para os níveis ideais na nutrição das plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade da aplicação de nitrogênio (N) na planta de cobertura e às vésperas da semeadura, visando o suprimento dos nutrientes para a cultura do milho em sucessão a *Urochloa* spp, e a eficiência das espécies utilizada como cobertura. O ensaio foi avaliado durante o ano agrícola 2014/15, na FCA/UNESP, Botucatu (SP). O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 2x6. Os tratamentos constituídos pelas plantas de cobertura do solo *Urochloa brizantha* e *U. ruziziensis*, combinadas com seis formas de adubação nitrogenada, sendo: (i) aplicação de N 20 dias antes da dessecação (DAD), (ii) 10 DAD, (iii) 5 DAD, (iv) aplicação sobre a palhada 1 dia antes da semeadura (DAS), 30 dias após a dessecação, (v) convencional (30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura + 170 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura), e (vi) tratamento controle, sem aplicação de N. Foram realizadas as avaliações nas plantas forrageiras: quantidade de nutrientes acumulados; e para a cultura do milho, determinação dos teores foliares de macronutrientes. A *U. brizantha* cicla nutrientes em maiores quantidades que a *U. ruziziensis*, porém o percentual liberado é semelhante. A quantidade de N liberada pelas plantas de cobertura com aplicação de N antes da dessecação não supre adequadamente a cultura do milho.

**Termos de indexação:** *Urochloa* sp, adubação nitrogenada, semeadura direta.

## INTRODUÇÃO

A exploração do sistema integração lavoura-pecuária (ILP) em sistema plantio direto possibilita a permanência de cobertura de resíduo vegetal no uso de pastagens, tanto de gramíneas como de leguminosas, com culturas anuais (HENTZ et al., 2014). A ILP tem se tornado opção vantajosa, beneficiando duas atividades de importância econômica, proporcionando ganhos mútuos ao produtor, principalmente nas regiões do bioma Cerrados e demonstrando maior eficiência em preservar os recursos naturais (KLUTHCOUSKI et al., 2007).

O interesse, nesse modelo de exploração, apoia-se nos benefícios que podem ser alcançados pelo sinergismo entre a rotação do pasto e das culturas de primeira safra, como melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Apesar das vantagens, o sucesso desse sistema sob SPD depende do conhecimento do sistema agrícola como um todo. A biomassa produzida no sistema contém os nutrientes extraídos das camadas mais profundas do solo pelas plantas forrageiras, disponibilizando-os superficialmente para a cultura sucessora, após o manejo e a decomposição pela ação do ambiente (CRUSCIOL et al., 2008; CRUSCIOL & SORATTO, 2009).

Outro fator que determina a permanência das coberturas na superfície do solo e a liberação dos nutrientes, são as características da espécie no que se refere a composição bioquímica, as concentrações de nutrientes e a relação carbono/nitrogênio, incidindo diretamente na taxa de mineralização de nutrientes, em especial o N (FORTES et al., 2012).



Afim de atender a demanda de N da cultura subsequente, é necessário que a liberação de N dos resíduos aportados pelas plantas de cobertura ocorra em sincronismo com a demanda da cultura em sucessão. Diante do exposto, é evidente a importância da busca por técnicas alternativas que possibilitem a utilização eficiente do nitrogênio e, consequentemente, a produtividade da cultura do milho, no SPD, em sucessão a gramíneas forrageiras.

O objetivo do trabalho foram: a) avaliar a viabilidade da aplicação de N na planta produtora de palha, visando o suprimento de nutrientes para a cultura do milho em sucessão a espécies de *Urochloa*, b) avaliar a eficiência dessa prática conforme a espécie e, c) avaliar a viabilidade da aplicação de N, às vésperas da semeadura da cultura do milho, sobre a palha de *U. brizantha* e *U. ruziziensis*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2014/15, em área da Fazenda Experimental Lageado, na Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), em Botucatu, SP, localizada à latitude 22°51' S e longitude 48°26' W e a altitude é de 740 m. As temperaturas médias máxima é 28 °C e mínima é 12 °C, com precipitação média anual de 1358 mm. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 2x6, na combinação de duas plantas de cobertura do solo (*U. brizantha* e *U. ruziziensis*) com cinco manejos de N (200 kg ha<sup>-1</sup>): N [(i) - aplicação de nitrogênio 20 dias antes da dessecação (DAD), (ii) - 10 DAD, (iii) - 5 DAD, (iv) - aplicação sobre a palhada 1 dia antes da semeadura (DAS), 30 dias após a dessecação, (v) - convencional (30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura + 170 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura)] e (vi) tratamento controle, sem aplicação de N. A dimensão da parcela foi 5 m de largura x 6 m de comprimento, perfazendo uma área total de 30 m<sup>2</sup>, nas quais foram semeadas 10 fileiras de milho e espaçadas em 0,45 m (área útil quatro fileiras centrais desprezando-se 0,5 m nas extremidades).

O histórico da área foi a rotação/sucessão de culturas: soja/aveia preta, milho/aveia preta, soja/aveia preta, milho/aveia preta, soja e o cultivo das forrageiras para condução do experimento. Em outubro, aos 20, 10 e 5 dias antes da dessecação das braquiárias, foram realizadas as aplicações de N de forma antecipada, com a distribuição a lanço na forma de nitrato de amônio, sem incorporação. As plantas

presentes na área foram dessecadas mediante aplicações de herbicida glifosate. Para o tratamento com 1 DAS, a distribuição do fertilizante foi realizada a lanço sobre a palhada.

A semeadura da cultura do milho foi realizada com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e 3 sementes por metro, visando população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de semeadura foi 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 45 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (RAIJ; CANTARELLA, 1997). O tratamento convencional recebeu a aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> na semeadura. A emergência das plantas ocorreu em 26/11/2014. No tratamento convencional, a aplicação do N em cobertura foi na dose de 170 kg ha<sup>-1</sup>, realizada quando o milho se encontrava no estágio V4. O florescimento masculino do milho ocorreu em 61 DAE e as colheitas foram realizadas em 128 DAE.

As avaliações realizadas para as plantas de cobertura foram realizadas coletas do material vegetal das plantas no primeiro dia da dessecação (0 DAD) e a segunda 90 dias após a dessecação (90 DAD), para determinação das quantidades acumuladas de nitrogênio, fósforo e potássio. Para a cultura do milho, foram avaliados os teores foliares de macronutrientes.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste t (LSD) a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** estão contidos os resultados das quantidades acumuladas de N, P e K no dia da dessecação, bem como as quantidades remanescentes de nutrientes do resíduo vegetal. As variáveis não foram afetadas pela interação dos fatores.

A quantidade acumulada de P foi semelhante entre as espécies, porém para N e K, foram maiores na *U. brizantha* em relação à *U. ruziziensis* (**Tabelas 1**). Este maior acúmulo pela *U. brizantha* foi devido a maior produção de matéria seca (13 Mg ha<sup>-1</sup>). Nas duas espécies forrageiras os nutrientes mais extraídos foram o N e o K, semelhantes aos observados por Torres et al. (2008), em razão dessas espécies forrageiras apresentarem maior potencial de ciclagem destes nutrientes. As quantidades de nutrientes remanescentes (90 DAD) foram maiores na *U. brizantha*. Assim, as percentagens liberadas pela *U. brizantha*, neste período, foram de 80%, 85% e 96% kg ha<sup>-1</sup>, e pela *U. ruziziensis* foram de 90%, 92% e 96% kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de N, P e K. A elevada liberação dos nutrientes pode ser atribuída à decomposição devido a precipitação pluvial e temperatura corridas no período avaliado. A taxa de liberação dos



nutrientes tem influência direta das condições climáticas após o manejo das espécies de cobertura.

A aplicação de N aos 20 DAD proporcionou os maiores acúmulos de N, P e K. Estes resultados são devido à maior produção de matéria seca, uma vez que, plantas bem supridas em N apresentam o sistema radicular maior e bem desenvolvido, garantindo boa formação e sustentação da parte aérea (BROUWER, 1962). A quantidade remanescente de nutrientes nos resíduos vegetais das espécies forrageiras (90 DAD), de maneira geral, foi maior quando se realizou a aplicação de N antes da dessecação (**Tabelas 1**).

Na **tabela 2**, observa-se efeito isolado apenas do fator manejo de nitrogênio (MN) para os teores de macronutrientes no milho, não ocorrendo nenhuma interação dos fatores. Deve-se ressaltar que para o fator planta de cobertura (PC), com exceção do S, que estava no limite crítico, os teores dos demais nutrientes estavam dentro da faixa considerada adequada (N = 27-35, P = 2,0-4,0, K = 17-35, Ca = 2,5-8,0, Mg = 1,5-5,0 e S = 1,5-3,0 g kg<sup>-1</sup>) por Raij & Cantarella (1997). O fator MN influenciou apenas os teores de N, Ca, Mg e S. Em termos nutricionais, apenas no tratamento controle as plantas estavam deficientes em N, com teor abaixo da faixa considerada adequada (RAIJ & CANTARELLA, 1997), reflexo do não fornecimento do nutriente via adubação, mesmo com a grande quantidade do elemento que foi ciclado e liberado pelas braquiárias (**Tabela 1**). Ainda dentro do fator MN, a aplicação de N, independentemente do manejo, proporcionou maiores teores Ca, Mg e S em relação ao controle. Contudo, apenas as plantas do tratamento controle estavam deficientes em S, o mesmo não sendo constatado para Ca e Mg (RAIJ & CANTARELLA, 1997). Ressalta-se a grande quantidade de S ciclado e liberado pelas plantas de cobertura ao solo, no tratamento controle, não foi suficiente para nutrir adequadamente as plantas de milho, possivelmente pelo S estar em formas ainda não mineralizadas e, portanto, não assimiláveis pelas plantas de milho. Quanto ao fator ano não houve diferença entre os tratamentos.

Para os teores foliares de nitrogênio, a aplicação de N em 5 DAD, 1 DAS e convencional proporcionaram maiores quantidades de N, que nos manejos realizados aos 20 e 10 DAD houve certa limitação às plantas de milho, provavelmente, em razão de parte do N aplicado ter sido absorvido pelas plantas de cobertura, mas não ter sido totalmente disponibilizado e mineralizado a tempo para que as plantas do cereal absorvessem até o momento em que foram determinados os teores.

## CONCLUSÕES

A *Urochloa brizantha* cicla nutrientes em maiores quantidades que a *Urochloa ruziziensis*, porém o percentual liberado é semelhante.

A quantidade de N liberada pelas plantas de cobertura nos manejos com aplicação de N antes da dessecação supre adequadamente a cultura do milho quando aplicado aos 5 dias antes da dessecação das plantas de cobertura ou na palhada, às vésperas da semeadura da cultura do milho.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao quinto autor.

## REFERÊNCIAS

BROUWER, R. Nutritive influences on the distribution of dry matter in the plant. **Neth Journal Agricula Science**, v. 10, p. 399-408. 1962.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. **Agronomy Journal**, Madison, v. 101, n. 1, p. 41-46, 2009.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 481-489, 2008.

FORTES, C.; TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C. Long-term decomposition of sugarcane harvest residues in São Paulo State, Brazil. **Biomass & bioenergy**, Amsterdam, v. 42, p. 189-198, 2012.

HENTZ, P.; CARVALHO, N. L.; LUZ, V.; BARCELLOS, A. F. Ciclagem de nitrogênio em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II, p. 663-676, 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; COBUCCI, T. Opções e vantagens da integração lavoura-pecuária a produção de forragens na entressafra. **Informativo Agropecuário**, v. 28, p. 16-29, 2007.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: INSTITUTO AGRONÔMICO/FUNDAG. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/FUNDAG, p. 56-59, (Boletim Técnico, 100), 1997.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto.



**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p. 421-428,  
2008.

**Tabela 1.** Quantidades acumuladas e remanescentes de N, P e K, aos 0 e 90 dias após a dessecação, em função das plantas de cobertura (PC) e do manejo da adubação nitrogenada (MN) para a cultura do milho e probabilidade de F. Botucatu, 2015.

Fatores	N kg ha <sup>-1</sup>		P kg ha <sup>-1</sup>		K kg ha <sup>-1</sup>	
	0 AD	90 AD	0 AD	90 AD	0 AD	90 AD
<b>Planta de Cobertura (PC)</b>						
<i>Urochloa brizantha</i>	223 a <sup>(1)</sup>	49 a	27 a	4 a	163 a	5 a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	137 b	28 b	25 a	2 b	90 b	3 b
<b>Manejo de N (MN)</b>						
Controle	143 d	21 c	18 c	2 a	101 d	2 b
20 DAD <sup>(2)</sup>	250 a	64 a	24 a	2 a	162 a	4 a
10 DAD	211 b	52 ab	23 ab	3 a	150 b	4 a
5 DAD	172 c	45 b	22 b	2 a	138 c	4 a
1 DAS <sup>(3)</sup>	153 cd	26 c	19 c	2 a	105 d	2 b
Convencional	143 cd	25 c	19 c	2 a	104 d	2 b
<b>Probabilidade de F</b>						
PC	<0,001	<0,001	0,077	<0,001	<0,001	<0,001
MN	<0,001	<0,001	<0,001	0,081	<0,001	<0,001
PC x MN	0,0840	0,064	0,087	0,089	0,324	0,089

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). <sup>(2)</sup>DAD: Dias antes da dessecação das plantas de cobertura. <sup>(3)</sup>DAS: um dia antes da semeadura.

**Tabela 2.** Teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em plantas de milho em função de plantas de cobertura, manejo da adubação nitrogenada e ano agrícola e probabilidade de F. Botucatu, 2015.

Fatores	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
<b>Planta de Cobertura (PC)</b>						
<i>Urochloa brizantha</i>	28 a <sup>(1)</sup>	2,1 a	19 a	4,6 a	3,6 a	1,4 a
<i>Urochloa ruziziensis</i>	27 a	2,1 a	18 a	4,1 a	3,2 b	1,5 a
<b>Manejo de N (MN)</b> <sup>(2)</sup>						
Controle	24 c	2,2 a	19 a	3,2 b	2,7 c	1,2 b
20 DAD	27 b	2,0 a	21 a	4,9 a	3,3 a	1,6 a
10 DAD	27 b	2,1 a	19 a	5,1 a	3,3 a	1,6 a
5 DAD	28 ab	2,1 a	18 a	5,0 a	3,4 a	1,6 a
1 DAS	28 ab	2,1 a	20 a	4,7 a	3,4 a	1,6 a
Convencional	31 a	2,2 a	21 a	4,5 a	3,9 a	1,6 a
<b>Probabilidade de F</b>						
PC	0,201	0,879	0,231	0,078	0,045	0,294
MN	<0,001	0,405	0,081	<0,001	<0,001	<0,001
PC x MN	0,202	0,181	0,091	0,179	0,842	0,064

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). <sup>(2)</sup>Controle: sem aplicação de N. DAD: Aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, dias antes da dessecação das plantas de cobertura. DAS: Aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, um dia antes da semeadura. Convencional: aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em semeadura e 170 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura (milho em estágio V4).