

Teores de nutrientes em plantas de milho em função do nitrogênio antecipado em gramíneas forrageiras.

Letusa Momesso Marques⁽¹⁾; Katiuça Sueko Tanaka⁽²⁾; Lucas André Curto Donini⁽³⁾; Cassiano Silva Puoli⁽⁴⁾; Felipe de Andrade Faleco⁽⁵⁾; Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CAPES; Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP; Botucatu, SP; letusamomesso@gmail.com; ⁽²⁾ Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; FCA/UNESP; katiucas@msn.com; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; FCA/UNESP; lucasdonini.unesp@gmail.com; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia, bolsista PIBIC; FCA/UNESP; cassiano.puoli@gmail.com; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; FCA/UNESP; felipe.faleco@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor Doutor Titular, bolsista CNPq de produtividade; FCA/UNESP; 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⁻¹ de N na semeadura + 170 kg ha⁻¹ 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 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⁻¹): 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⁻¹ de N na semeadura + 170 kg ha⁻¹ 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 m², 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⁻¹. A adubação de semeadura foi 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 45 kg ha⁻¹ de K₂O (RAIJ; CANTARELLA, 1997). O tratamento convencional recebeu a aplicação de 30 kg ha⁻¹ 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⁻¹, 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⁻¹). 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⁻¹, e pela *U. ruziziensis* foram de 90%, 92% e 96% kg ha⁻¹, 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⁻¹) 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.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

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 ⁻¹		P kg ha ⁻¹		K kg ha ⁻¹	
	0 AD	90 AD	0 AD	90 AD	0 AD	90 AD
Planta de Cobertura (PC)						
<i>Urochloa brizantha</i>	223 a ⁽¹⁾	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
Manejo de N (MN)						
Controle	143 d	21 c	18 c	2 a	101 d	2 b
20 DAD ⁽²⁾	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 ⁽³⁾	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
Probabilidade de F						
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

⁽¹⁾Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). ⁽²⁾DAD: Dias antes da dessecação das plantas de cobertura. ⁽³⁾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 ⁻¹					
Planta de Cobertura (PC)						
<i>Urochloa brizantha</i>	28 a ⁽¹⁾	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
Manejo de N (MN) ⁽²⁾						
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
Probabilidade de F						
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

⁽¹⁾Médias seguidas de letras distintas na coluna dentro de cada fator, diferem entre si pelo Teste t (5%). ⁽²⁾Controle: sem aplicação de N. DAD: Aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N, dias antes da dessecação das plantas de cobertura. DAS: Aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N, um dia antes da semeadura. Convencional: aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N em semeadura e 170 kg ha⁻¹ de N em cobertura (milho em estágio V4).