

## Antecipação de nitrogênio para produtividade do milho em sucessão a gramíneas forrageiras no sistema plantio direto.

**Letusa Momesso Marques<sup>(1)</sup>; Katiuça Sueko Tanaka<sup>(2)</sup>; Cláudio Hideo Martins da Costa<sup>(3)</sup>; Aron Aiolo Sandoval<sup>(4)</sup>; Beatriz da Silva Fabretti<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 Agrônômicas/UNESP; Botucatu, SP; [letusamomesso@gmail.com](mailto:letusamomesso@gmail.com); <sup>(2)</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Agricultura), bolsista CNPq; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [katiucas@msn.com](mailto:katiucas@msn.com) <sup>(3)</sup> Pós-doutorando em Agronomia; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [c\\_hideo@hotmail.com](mailto:c_hideo@hotmail.com) <sup>(4)</sup> Graduando em Agronomia, bolsista FAPESP; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [aas.mamica2014@gmail.com](mailto:aas.mamica2014@gmail.com) <sup>(5)</sup> Graduanda em Agronomia; Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP; [bia.fabretti@hotmail.com](mailto:bia.fabretti@hotmail.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:** A recomendação da fertilização nitrogenada para a cultura do milho em sistema plantio direto (SPD) é realizada com base no conceito da produtividade esperada, porém alguns agricultores têm aplicado todo o nitrogênio (N) antecipadamente na planta produtora de palha, ou sobre palhada às vésperas da semeadura. A fim de avaliar a viabilidade dessa técnica, o delineamento experimental foi constituído pelas plantas de cobertura do solo *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruziziensis*, combinadas com seis formas de manejo da adubação nitrogenada, sendo estas: 1- aplicação de nitrogênio 20 dias antes da dessecação (DAD), 2- 10 DAD, 3- 5 DAD, 4- aplicação sobre a palhada 1 dia antes da semeadura (DAS), 30 dias após a dessecação, 5- convencional (30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura + 170 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura), e um tratamento controle, sem aplicação de N. Foram avaliadas a produção de massa de matéria seca da planta de cobertura aos 0 e 90 dias após a dessecação, e para a cultura do milho foram determinadas a altura de plantas, massa de matéria seca da parte aérea, componentes de produção, produtividade de grãos e eficiência de utilização do N aplicado (EUN). A alta produção de palha com o manejo do N não resultou em maiores produtividades no milho. A produção de palha da *U. ruziziensis* é maior em relação a produção da *U. brizantha*. É possível realizar a aplicação de todo N na cultura do milho sobre a palhada, às vésperas da semeadura, com resultados semelhantes ao manejo convencional recomendado.

**Termos de indexação:** *Zea mays*, *Urochloa* sp, adubação nitrogenada.

## INTRODUÇÃO

A escolha das plantas na rotação de culturas é imprescindível para a sustentabilidade do SPD, principalmente em regiões com inverno seco, onde existe dificuldade de produção de palha no período de outono/inverno, decorrente das condições climáticas limitantes. Uma alternativa é a utilização de forrageiras tropicais perenes, como as espécies do gênero *Urochloa*, devido as características do sistema radicular vigoroso e profundo, com elevada tolerância à deficiência hídrica, eficientes na absorção de nutrientes e com grande capacidade de produção de biomassa.

No entanto, quando essas espécies são utilizadas no sistema e a cultura sucedânea é um cereal, o manejo de nitrogênio passa a ser o fator mais limitante no sistema produtivo. O manejo sustentável da adubação nitrogenada é essencial e muito difícil em razão das perdas por lixiviação e volatilização, processos de mineralização/mobilização que ocorrem no sistema solo-planta. Os agricultores ultimamente têm feito a adubação de N sobre a palhada antes da dessecação na planta de cobertura ou em pré-semeadura da cultura, visando intensificar o rendimento das operações na propriedade. Porém, não há estudos que afirmem os benefícios dessa prática.

Em SPD, a modificação na ciclagem dos nutrientes é devido à ausência de revolvimento do solo e, com a lenta decomposição da palha na superfície do solo, o N é afetado pela alteração nos processos de imobilização, mineralização, lixiviação, volatilização e desnitrificação.

Portanto, o trabalho objetivou: a) avaliar a viabilidade da aplicação de N nas braquiárias,

visando o suprimento de N para a cultura do milho em sucessão a *U. brizantha* e *U. ruziziensis*, b) a eficiência dessa prática pode diferir conforme a espécie utilizada como planta de cobertura e, c) avaliar a viabilidade da aplicação de N sobre a palha de *U. brizantha* e *U. ruziziensis*, às vésperas da semeadura da cultura do milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2011/12, em área da Fazenda Experimental Lageado, na Faculdade de Ciências Agrônômicas (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 (EMBRAPA, 2013).

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 [1 - aplicação de nitrogênio 20 dias antes da dessecação (DAD), 2 - 10 DAD, 3 - 5 DAD, 4 - aplicação sobre a palhada 1 dia antes da semeadura (DAS), 30 dias após a dessecação, 5 - convencional (30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura + 170 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura)] e um 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 (primeira safra/segunda safra), milho/*Urochloa brizantha*, milho/*Urochloa brizantha*, soja/aveia branca, feijão/aveia branca, soja/pousio, milho verão 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 26/11/2011. 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 da massa de matéria seca. Para a cultura do milho, foram avaliadas a altura de plantas, produção de matéria seca da parte aérea, os componentes de produção (população de plantas, número de espiga por planta, grãos por espiga e massa de 100 grãos), produtividade de grãos e eficiência de utilização do N aplicado, determinada mediante a relação kg ha<sup>-1</sup> da produtividade incrementada em relação à testemunha (sem aplicação de N) / kg ha<sup>-1</sup> aplicado.

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

A *Urochloa brizantha* proporcionou maior produção de matéria seca, sendo 1.711 kg ha<sup>-1</sup> a mais que a *Urochloa ruziziensis* (Tabela 1). Essa constatação também foi verificada por Pacheco et al. (2011) que observaram quantidades de 11.405 e 9.700 kg ha<sup>-1</sup> de *U. brizantha* e 6.965 e 6.700 kg ha<sup>-1</sup> de *U. ruziziensis*. Esses resultados podem ser atribuídos a elevada produção de raízes, alta capacidade de cobertura do solo e por ter um bom desempenho sob sombreamento, considerando que em condições de elevada produção de matéria seca pode ocorrer o auto sombreamento (EMBRAPA, 2002).

A quantidade de palhada remanescente de *U. brizantha* aos 90 DAD foi 30 kg ha<sup>-1</sup> superior que a *U. ruziziensis*, contudo a redução nas duas espécies forrageiras foi, respectivamente, de 91 e 89% em relação a quantidade inicial de palha (Tabela 1). Esse valor foi superior ao observado por Leite et al. (2010), que aos 100 DAD, constataram que apenas 48% do resíduo vegetal já havia se decomposto, em estudo realizado na região do cerrado maranhense. Esses resultados podem ser atribuídos a ausência de precipitação pluvial nos três primeiros meses após o manejo da espécie forrageira, diferentemente do que ocorreu no presente estudo, onde a precipitação seguiu a distribuição normal para a região e a época do ano, sem veranicos.

Com relação ao manejo de N, este influenciou a produção de massa de matéria seca das

braquiárias, apresentando a seguinte ordem decrescente: 20 DAD > 10 DAD > 5 DAD = 1 DAS = controle = convencional (**Tabela 1**). O aumento da disponibilidade de nitrogênio para as gramíneas reflete diretamente em aumento da taxa de crescimento e, conseqüentemente, na quantidade de forragem produzida (FAGUNDES et al., 2006). Assim, quanto maior período de tempo entre a adubação nitrogenada e o manejo da dessecação nas espécies de cobertura, melhor será o aproveitamento da adubação nitrogenada, refletindo em maiores produções de matéria seca.

**Tabela 1.** Produção de matéria seca das coberturas vegetais, aos 0 e 90 dias após a dessecação (AD), em função das plantas de cobertura (PC) e do manejo da adubação nitrogenada (MN) para a cultura do milho. Botucatu, SP, 2016.

Fatores	Massa de matéria seca kg ha <sup>-1</sup>	
	0 AD	90 AD
<b>PC</b>		
<i>Brizantha</i>	7343 a <sup>(1)</sup>	616 a
<i>Ruziziensis</i>	5632 b	586 b
<b>MN</b>		
Controle	5703 d	533 d
20 DAD <sup>(2)</sup>	8531 a	692 a
10 DAD	6791 b	643 b
5 DAD	6312 c	606 c
1 DAS <sup>(3)</sup>	5746 d	539 d
Convencional	5799 d	541 d
	Probabilidade de F	
PC	<0.001	0.015
MN	<0.001	<0.001
PC x MN	0.129	0.093

<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: dia antes da semeadura.

A decomposição dos resíduos vegetais das espécies forrageiras foi acelerada, remanescendo na superfície do solo aos 90 DAD apenas 8, 9, 10, 9, 9 e 9% quando manejo do N foi realizado aos 20 DAD, 10 DAD, 5 DAD, 1 DAS, convencional e o controle, respectivamente (**Tabela 1**). As maiores quantidades de matéria seca remanescente foram constatadas nos tratamentos que receberam o N aos 20 DAD e 10 DAD, provavelmente devido a maior quantidade de matéria seca nesses tratamentos aos 0 DAD.

Na **tabela 2**, estão contidos os resultados de altura de plantas, produção de matéria seca da parte aérea, componentes da produção (população de plantas, número de espigas por planta, número de grãos por espiga e massa de 100 grãos),

produtividade de grãos e eficiência na utilização do N (EUN) pela cultura do milho. Não houve interação dos fatores, apenas efeito isolado dos mesmos. Assim, o fator planta de cobertura, com exceção à altura de plantas, produção de matéria seca e EUN, e o fator manejo do N, com exceção à população de plantas influenciaram os resultados de todas as outras variáveis.

Dentro do fator planta de cobertura, constatou-se que a palhada de *U. ruziziensis* proporcionou maior população de plantas de milho em relação a *U. brizantha* (**Tabela 2**). Este resultado foi decorrente da dificuldade encontrada para semear a este cereal sobre esta palhada. Além da grande quantidade de resíduo vegetal produzido pela *U. brizantha*, esta espécie forma touceiras e, assim, exige regulação precisa da semeadora, principalmente, do disco de corte de palha, para que não interfira no nível de plantabilidade. A menor população de plantas foi decorrente desta dificuldade, ficando algumas sementes "envelopadas" na palha da *U. brizantha* em razão da não secção da mesma pelo disco de corte da semeadora. No campo, observou-se que essas sementes germinavam, mas não prosseguiram o desenvolvimento em razão da radícula e as primeiras raízes ficarem confinadas dentro da palha ("envelope").

A *U. brizantha*, como planta antecessora, proporcionou maior número de espigas por planta e maior número de grãos por espiga, refletindo diretamente em maior produtividade de grãos em relação a *U. ruziziensis*, com incremento da ordem de 16%. No entanto, ambas plantas de cobertura proporcionaram produtividades bem acima da média nacional para milho de primeira safra, que é de 5.009 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Altura, produção de matéria seca, população de milho em função das plantas de cobertura (PC) e do manejo da adubação nitrogenada (MN) para a cultura do milho. Botucatu, SP, 2016.

Fatores	Altura	Matéria Seca	População
	m	kg ha <sup>-1</sup>	nº ha <sup>-1</sup>
<b>PC</b>			
<i>Brizantha</i>	2,10 a <sup>(1)</sup>	8214 a	60232 b
<i>Ruziziensis</i>	1,95 b	7887 a	62927 a
<b>MN</b>			
Controle	1,80 d	4710 c	61268 a
20 DAD <sup>(2)</sup>	2,12 a	7008 b	61526 a
10 DAD	2,09 ab	8180 b	61556 a
5 DAD	2,09 ab	8356 ab	61615 a
1 DAS <sup>(3)</sup>	2,09 c	10586 a	61844 a
Conv	2,05 bc	9461 ab	61669 a

	Probabilidade de F		
PC	<0.001	0.635	<0.001
MN	<0.001	<0.001	0.996
PC x MN	0.569	0.718	0.999

(<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: dia antes da semeadura.

Com relação ao fator manejo do N, a aplicação de N, independentemente do manejo, proporcionou maior altura de planta em relação ao controle (**Tabela 2**). Para produção de matéria seca foi constatado o mesmo efeito, porém, a aplicação de N em 1 DAS proporcionou valores superiores aos manejos realizados aos 20 e 10 DAD, indicando certa limitação N às plantas, 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 foi determinado está variável. Esses resultados podem ter ocorrido devido às taxas de mineralização dos resíduos culturais e a disponibilidade de N para a cultura em sucessão serem afetadas.

**Tabela 3.** Índice de espiga (IE), grãos por espiga (GE) e massa de 100 grãos (M1000), produtividade de grãos e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) em função das plantas de cobertura (PC) e do manejo da adubação nitrogenada (MN) para a cultura do milho. Botucatu, SP, 2016.

Fatores	IE	GE	M100	Prod	EUN
	nº	g	g	Mg ha <sup>-1</sup>	
<b>PC</b>					
<i>Brizantha</i>	1,27 a	504 a	30 a	11,8 a	33 a <sup>(4)</sup>
<i>Ruziziensis</i>	1,13 b	483 b	30 a	9,8 b	32 a
<b>MN</b>					
Controle	0,96 c	349 d	27 d	5,3 d	-
20 DAD <sup>(2)</sup>	1,19 b	488 b	29 c	9,9 c	22 d
10 DAD	1,22 b	507 b	30 bc	10,7 bc	27 c
5 DAD	1,23 b	521 b	31 ab	12,0 b	33 b
1 DAS <sup>(3)</sup>	1,29 a	547 a	32 a	13,2 a	39 a
Conv	1,29 a	549 a	32 a	13,6 a	41 a
	Probabilidade de F				
PC	<0.01	0.036	0.467	<0.01	0.204
MN	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PC x MN	0.893	0.298	0.964	0.145	0.060

(<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: dia antes da semeadura. (<sup>4</sup>) kg de grãos kg de N<sup>-1</sup>

A adubação nitrogenada proporcionou maior número de espigas por planta, maior número de grãos por espiga e maior massa de 100 grãos,

refletindo em maior produtividade de grãos em relação ao controle (**Tabela 2**).

Contudo, em todas as variáveis, houve diferença significativa entre os manejos. Assim, analisando os resultados de número de espigas por planta e número de grãos por espiga, constata-se que a aplicação mais próxima da semeadura (1 DAS), sobre a palha, e o manejo convencional, proporcionaram maior valores, possivelmente em razão do menor tempo para imobilização do N e/ou por estar prontamente disponível para absorção pelas plantas, já que estavam próximas do início de desenvolvimento (1 DAS) ou em pleno desenvolvimento (convencional). Estes resultados refletiram diretamente na EUN, no qual os manejos 1 DAS e convencional proporcionaram os maiores índices de eficiência.

### CONCLUSÕES

A *Urochloa brizantha* produz palha em maiores quantidades que a *Urochloa ruziziensis*, porém o percentual liberado é semelhante.

É possível realizar a aplicação de todo N na cultura do milho sobre a palhada, às vésperas da semeadura, com resultados semelhantes ao manejo convencionalmente recomendado.

### AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao quinto autor.

### REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 3.ed. Brasília, 353 p. 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Cerrados. Fixação biológica de nitrogênio associada a pastagens de braquiária e outras gramíneas forrageiras. **Documentos 52**. Planaltina, DF. 2002.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V. et al. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.
- LEITE, L.F.C.; FREITAS, R.C.A.; SAGRILO, S.; GALVÃO, S.R.S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo



no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 29-35, 2010.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O. de A.; ASSIS, R.L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p.17-25, 2011.

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.



## XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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

---