



RECUPERAÇÃO DO NITROGÊNIO NO NITRATO DE AMÔNIO ($^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$) PELA *Brachiaria brizantha* EM CONSÓRCIO COM MILHO

**Emerson Borghi⁽¹⁾; Carlos Alexandre costa Crusciol⁽²⁾, Paulo Cesar Ocheuze Trivelin⁽³⁾,
Gustavo Pavan Mateus⁽³⁾**

⁽¹⁾ Pesquisador, Núcleo de Sistemas Agrícolas, Embrapa Pesca e Aquicultura, Quadra 103 Sul – I, Avenida JK, nº 164, Centro, CEP 77015-012, Palmas, TO. E-mail: emerson.borghi@embrapa.br. ⁽²⁾ Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Botucatu, SP. ⁽³⁾ Universidade de São Paulo, Divisão de Desenvolvimento Técnicas Analíticas e Nucleares (CENA), Av. Centenário 303 São Dimas, CEP 13400-970 - Piracicaba, SP. ⁽⁴⁾ Pesquisador, Pólo Regional Extremo Oeste - APTA, Caixa Postal 67, CEP 16900-000, Andradina, SP.

Resumo – A adubação nitrogenada em pastagens aumenta o acúmulo de matéria seca da forrageira. Porém, em cultivo consorciado com milho, o potencial de resposta da braquiária no período de outono-primavera ao N ainda é desconhecido. O objetivo do trabalho foi verificar, na *B. brizantha* cv. Marandu, o acúmulo de nitrogênio total e proveniente do fertilizante nitrato de amônio (NPPF) com doses de nitrato de amônio ($^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$) aplicado em cobertura nas plantas forrageiras após a colheita da cultura do milho. O experimento foi instalado em campo, na Fazenda Experimental Lageado (Unesp), Botucatu, SP, no ano agrícola 2004/05, após a colheita da cultura do milho para produção de grãos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas por dois tratamentos (1 - Milho + *B. brizantha* semeados simultaneamente, 2 – Milho + *B. brizantha* semeada por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura) e as subparcelas compostas por quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) utilizando como fonte de N o nitrato de amônio. Em cultivo consorciado as doses de nitrogênio a serem empregadas na *B. brizantha* cv. Marandu devem ser superiores a 60 kg ha⁻¹. O sistema de cultivo de milho consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu no momento da semeadura aumenta a quantidade de nitrogênio na planta e a recuperação em relação ao sistema consorciado na adubação de cobertura.

Palavras-Chave: eficiência de uso do N; matéria seca; forrageira; integração lavoura-pecuária; sistema plantio direto.

INTRODUÇÃO

O cultivo consorciado de culturas graníferas, como o milho, com espécies forrageiras tropicais, tais como as do gênero *Brachiaria*, tem se mostrado bastante vantajosa para a integração dos sistemas agrícola e pecuário, por possibilitar produção de forragem para a exploração pecuária no período de outono-primavera, sem comprometimento na produtividade de grãos (Crusciol et al., 2010; Landers, 2007).

O nitrogênio é o primeiro elemento mineral a limitar a produtividade de forragem das espécies

destinadas a pastejo ou simplesmente para produção de cobertura morta, principalmente na fase de condução, onde fatores como excesso na lotação animal e superpastejo, prejudicam o estabelecimento e a duração das pastagens, principalmente no tocante à atividade extensiva. Assim, nesse sistema de cultivo consorciado, o estudo da adubação nitrogenada em plantas forrageiras como forma de minimizar o efeito da imobilização de nitrogênio nas mesmas e a cultura sucedânea produtora de grãos é de suma importância, podendo, ainda, aumentar a produção de forragem e a produção animal, principalmente quando aplicada após a colheita da cultura de grãos, aproveitando as condições de temperatura elevada e de precipitação pluvial do final do período de safra.

Em função do exposto, o trabalho de pesquisa objetivou verificar, na *B. brizantha*, o acúmulo de nitrogênio total e proveniente do fertilizante nitrato de amônio (NPPF) com doses de nitrato de amônio ($^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$) aplicado em cobertura nas plantas forrageiras após a colheita da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2004/05, 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. O solo da área experimental é denominado como Nitossolo Vermelho Estruturado (Embrapa, 1999), o qual foi manejado durante 5 anos em sistema de semeadura direta.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas dois tratamentos (1 - Milho + *B. brizantha* semeados simultaneamente, 2 – Milho + *B. brizantha* semeada por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura) e as subparcelas compostas por quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) utilizando como fonte de N o nitrato de amônio. As parcelas tinham área útil de 100 m² e as subparcelas 25 m².

Após a operação de colheita do milho, todas as unidades experimentais foram uniformizadas com auxílio de triturador horizontal tratorizado, adotando como

referência 25 cm em relação ao solo. Esse manejo teve por objetivo simular um corte das plantas forrageiras sem remoção do material da área. Assim, após essa operação, o material ainda permaneceu sobre a superfície do solo.

Procedeu-se, então, a aplicação das doses de nitrogênio em cobertura, distribuídas na entrelinha das forrageiras e esperou-se que as plantas atingissem 50 cm de altura. Por ocasião da adubação de cobertura nas forrageiras, foram demarcadas, no centro de cada subparcela, duas linhas com um metro de comprimento (microparcels), onde foi aplicado manualmente em superfície, solução de nitrato de amônio enriquecido ($^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$), tendo abundância isotópica de 5% em átomos de ^{15}N somente no amônio do nitrato de amônio. No restante da parcela foi aplicado nitrato de amônio não enriquecido (NH_4NO_3).

A área que recebeu o nitrato enriquecido em ^{15}N foi isolada, e desta forma foi possível determinar a taxa e recuperação real de nitrogênio derivado do amônio no fertilizante nitrato de amônio pelas forrageiras, de acordo com a metodologia descrita por Oliveira et al. (2003), durante o período de outono-primavera.

Como no nitrato de amônio somente o NH_4^+ estava marcado, todos os cálculos foram considerados levando em consideração que a *B. brizantha* pode absorver iguais quantidades de NO_3^- e NH_4^+ . Assim, a quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante e a recuperação de nitrogênio foram estimadas para o N derivado do NH_4^+ , sendo os resultados multiplicados por dois. Todas estas análises foram feitas no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), seguindo as metodologias propostas por Trivelin et al. (1994).

Foram realizadas amostragens para determinação da produção de matéria seca. Para essas avaliações adotou-se o seguinte manejo: corte mecânico das plantas forrageiras, sem remoção do material - considerando como referência a dose zero de nitrogênio - sempre que atingiam o porte de 50 cm, e corte à altura de 25 cm em relação à superfície do sol. Para tanto, utilizou-se roçadora mecânica manual, em dois m^2 por unidade experimental, sendo as amostragens realizadas em pontos dentro de cada parcela, e no restante utilizou-se o triturador horizontal tratorizado. Em cada uma das amostragens, o material cortado foi pesado, e uma amostra foi colocada em estufa de ventilação forçada de ar a 60°C até peso constante, para a quantificação da produção de matéria seca. As avaliações foram efetuadas aos 70, 150 e 216 dias após a colheita do milho.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com as médias entre os sistemas de cultivo comparados pelo teste de t (DMS) a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os valores de produtividade de matéria seca (MS), quantidade de N na planta proveniente do fertilizante nitrato de amônio (QNPPF), expressos em kg ha^{-1} e eficiência de

utilização do fertilizante (EUF), expresso em porcentagem para a *B. brizantha* adubada com nitrato de amônio enriquecido ($^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$) após a colheita do milho para grãos, nos três períodos de amostragem efetuados no ano agrícola 2004/05. Constata-se que, na primeira avaliação, efetuada 50 dias após a fertilização nitrogenada, somente o sistema de cultivo consorciado simultaneamente à semeadura proporcionou valores de QNPPF e EUF. Isto ocorreu porque somente nesse tratamento o Marandu apresentava o porte mínimo de 50 cm de altura, adotado como referência para as avaliações de matéria seca da forrageira, em virtude de seu maior tempo de estabelecimento e, conseqüentemente, maior aproveitamento dos recursos proporcionados por esse sistema de cultivo. Aos 160 dias após a fertilização (DAF), houve efeito da interação entre sistemas de cultivo e doses de nitrogênio, onde o consórcio do milho com *B. brizantha* simultaneamente à semeadura proporcionou maior QNPPF e menor EUF, não sendo verificado o mesmo efeito na avaliação aos 198 DAF. As doses de nitrogênio também influenciaram os valores médios de QNPPF e EUF ao longo dos períodos de amostragem, sendo que, exceto na primeira avaliação (50 DAF) a dose de nitrogênio de 120 kg ha^{-1} em cobertura no Marandu proporcionou maior QNPPF em relação às doses de 30 e 60 kg ha^{-1} . Porém, em relação à recuperação de nitrogênio pela planta, que leva em consideração a quantidade do nutriente absorvida em relação à dose inicialmente aplicada, os resultados mostram que na menor dose ocorre maior eficiência, principalmente aos 160 DAF, recuperando 47% de todo o nitrogênio aplicado, evidenciando que nas doses menores de N as plantas recuperam praticamente todo o nitrogênio fornecido.

A interação entre sistemas de cultivo e doses de nitrogênio referente aos valores de produção de matéria seca de *B. brizantha* estão demonstrados na Tabela 2. Observa-se que, na primeira época de avaliação, não houve diferença significativa entre as doses de nitrogênio, tendo em vista que são necessários aproximadamente 70 dias de intervalo entre o manejo destas espécies e a rebrota da forrageira para ser fornecida como forragem, quando semeada em consórcio com culturas graníferas (PORTES et al., 2003). Entretanto, nas demais épocas de avaliação o cultivo do Marandu semeada simultaneamente com o milho proporcionou maior produtividade de matéria seca em relação ao consórcio efetuado por ocasião da adubação de cobertura. Isto decorre do maior tempo de estabelecimento da forrageira, propiciando maior acúmulo de matéria seca, evidenciando assim as diferenças entre as épocas analisadas, independentemente da dose de nitrogênio aplicada (Tabela 2). Na interação entre doses de nitrogênio e sistemas de cultivo observou-se que, aos 160 DAF, na dose de 30 kg ha^{-1} proporcionou os menores valores de matéria seca nos dois sistemas de cultivo analisados. diferenças se mantiveram na última avaliação (198 DAF), tendo a dose de 60 kg ha^{-1} de N a maior produtividade de matéria seca. A interação entre sistemas de cultivo e doses de nitrogênio referente aos valores de QNPPF na *B. brizantha* ao longo do período de amostragem da forrageira para produção de matéria seca está demonstrada na Tabela 3. Na interação entre doses de nitrogênio e sistemas de cultivo, nas três épocas de amostragem, a dose de 120 kg

ha⁻¹ proporcionou a maior concentração de nitrogênio na forrageira, demonstrando capacidade em responder ao aumento do elemento via adubação. Com maior QNPPF em função das doses de nitrogênio e dos sistemas de cultivo, a mesma explicação pode ser extrapolada para as interações entre as variáveis para a eficiência do fertilizante nitrogenado (Tabela 4).

Pelos resultados de QNPPF e EUF nas épocas de avaliação pode-se inferir que o máximo acumulado de nitrogênio pela Marandu consorciada simultaneamente à semeadura ocorreu aos 160 dias da fertilização nitrogenada e que, para o consórcio efetuado na adubação de cobertura, tal efeito foi verificado aos 18 dias após a fertilização. Isto porque na consorciação efetuada na semeadura houve maior tempo para o crescimento do Marandu em comparação ao consórcio na adubação de cobertura mesmo quando ainda consorciado com o milho.

CONCLUSÕES

1. Em cultivo consorciado as doses de nitrogênio a serem empregadas na *B. brizantha* cv. Marandu devem ser superiores a 60 kg ha⁻¹.

2. O sistema de cultivo de milho consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu no momento da semeadura aumenta a quantidade de nitrogênio na planta e a recuperação em relação ao sistema consorciado na adubação de cobertura.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P. Benefits of Integrating Crops and Tropical Pastures as Systems of Production. *Better Crops*, v. 94, n. 2, p. 14-16, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA / CNPS, 1999. 412 p.

- LANDERS, J. N. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience. In: *Integrated Crop Management*, v. 5, 2007. 1 ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2007, 92p.
- OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S. Influência da fertilização nitrogenada com uréia (15N) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu associada ao parcelamento de superfosfato simples e cloreto de potássio. *R. Bras. Ci. Solo*, 27: 613-620, 2003.
- PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C. de; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento do Marandu consorciada com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. *Integração Lavoura-Pecuária*. 1. ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 10, p. 303-329.
- TRIVELIN, P. C. O.; LARA CABEZAS, W. A. R.; VICTORIA, R. L. Evaluation of ¹⁵N plot design for estimating plant recovery of fertilizer nitrogen applied to sugar cane. *Scientia Agricola*, 51: 226-234, 1994.
- VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; BARCELLOS, A.; BARIONI, L. G. Integração lavoura/pecuária: a sustentabilidade do Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. Palestras... Cuiabá, Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 2004. CD-ROM.

Tabela 1: Produtividade de matéria seca (MS), quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante nitrato de amônio (QNPPF) (¹⁵NH₄NO₃) e eficiência de utilização do fertilizante nitrogenado (EUF) pela *B. brizantha* estabelecida em épocas de consorciação com o milho e submetida a doses de nitrogênio aplicadas após a colheita de grãos, em três épocas de amostragem. Botucatu-SP, ano agrícola 2004/05.

Sistemas de cultivo	-----50 DAF ¹ -----			-----160 DAF-----			-----198 DAF-----		
	MS kg ha ⁻¹	QNPPF kg ha ⁻¹	EUF %	MS kg ha ⁻¹	QNPPF kg ha ⁻¹	EUF %	MS kg ha ⁻¹	QNPPF kg ha ⁻¹	EUF %
MBC				2.486 b	24 b	35 b	3.804 b	27 a	40 a
MBS	648	6	11	3.310 a	28 a	54 a	4.524 a	19 b	28 b
Doses de N (kg ha ⁻¹)									
30	640 a	6 ab	19 a	2.054 b	13 c	43 a	3.427 c	14 b	47 a
60	670 a	5b	8 b	3.244 a	25 b	42 a	5.009 a	12 c	20 c
120	635 a	7a	6 b	3.398 a	39 a	32 b	4.055 b	43 a	36 b
DMS	104	0,92	3,68	179	3,35	15,67	192	1,78	3,50
CV	16,00	15,54	33,44	7,11	16,57	14,98	5,31	8,86	11,70

Médias seguidas por mesmas letras nas colunas (minúsculas) não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5%.

¹ DAF - Dias após a fertilização nitrogenada nos tratamentos.

MBC - Milho + *B. brizantha* em cobertura; MBS - Milho + *B. brizantha* na semeadura

Tabela 2: Desdobramento da interação entre doses de nitrogênio e sistemas de cultivo referente aos valores de produtividade de matéria seca da *B. brizantha* estabelecida em épocas de consorciação com o milho e s a doses de nitrogênio aplicadas após a colheita de grãos, em três épocas de amostragem. Botucatu-SP, 2004/05.

Sistemas de cultivo	N (kg ha ⁻¹)		
	30	60	120
	50 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura			
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	647 A	670 A	635 A
DMS		179	
	160 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura	1.867 bB	2.690 bA	2.902 bA
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	2.240 aC	4.107 aA	3.585 aB
DMS		310	
	198 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura	3.217 bC	4.359 bA	3.837 bB
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	3.638 aC	5.660 aA	4.273 aB
DMS		333	

Médias seguidas por mesmas letras nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas), em cada época, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5%.

Tabela 3: Desdobramento da interação entre doses de nitrogênio e sistemas de cultivo referentes aos valores de quantidade de nitrogênio na planta proveniente do fertilizante (QNPPF) (¹⁵NH₄NO₃) pela *B. brizantha* estabelecida em épocas de consorciação com o milho e submetida a doses de nitrogênio aplicadas após a colheita de grãos, em três épocas de amostragem. Botucatu-SP, 2004/05.

Sistemas de cultivo	N (kg ha ⁻¹)		
	30	60	120
	50 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura			
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	5,63 AB	5,01 B	7,10 A
DMS		1,59	
	160 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura	11,63 aC	20,13 bB	39,41 aA
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	13,89 aC	30,72 aB	38,31 aA
DMS		5,79	
	198 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura	18,46 aB	9,69 bC	52,28 aA
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	9,90 bC	13,96 aB	34,32 bA
DMS		3,08	

Médias seguidas por mesmas letras nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas), em cada época, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5%.

Tabela 4: Desdobramento da interação entre doses de N e sistemas de cultivo referentes aos valores de eficiência de utilização do fertilizante (EUF) (¹⁵NH₄NO₃) pela *B. brizantha* estabelecida em épocas de consorciação com o milho e submetida a doses de N aplicadas após a colheita de grãos, em três épocas de amostragem. Botucatu-SP, 2004/05.

Sistemas de cultivo	%		
	30	60	120
	50 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura			
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	18,79 A	8,36 B	5,91 B
DMS		6,37	
	160 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura	40,05 aA	33,54 bA	38,31 aA
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	46,31 aA	51,20 aA	31,92 aB
DMS		9,82	
	198 DAF		
Milho + <i>B. brizantha</i> em cobertura	61,55 aA	16,15 bC	43,56 aB
Milho + <i>B. brizantha</i> na semeadura	33,00 bA	23,27 aB	28,60 bAB
DMS		6,06	

Médias seguidas por mesmas letras nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas), em cada época, não diferem entre si pelo teste t (DMS) a 5%.