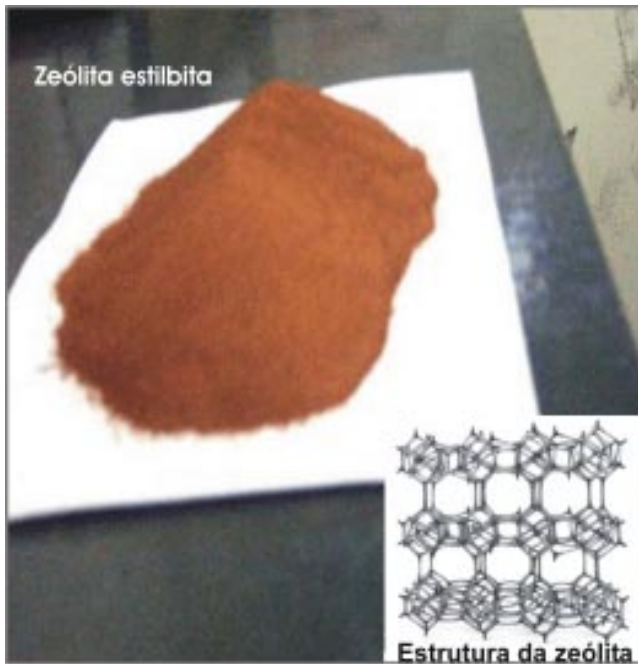


Foto capa: Alberto C. de C. Bernardi



Produção de matéria seca, e extração e utilização em aveia adubada com uréia em mistura com zeólita

Alberto C. de Campos Bernardi¹
Paulo Renato Perdigão Paiva²
Marisa Bezerra de Mello Monte²

Introdução

A perda de nitrogênio (N) por volatilização de amônia (NH_3) para a atmosfera é um dos principais fatores responsáveis pela baixa eficiência da uréia aplicada sobre a superfície do solo. A quantidade de N perdido por volatilização, após a aplicação de uréia sobre a superfície do solo, pode atingir valores extremos próximos a 80 % do N aplicado.

A redução das perdas por volatilização da uréia pode ser alcançada através da incorporação da uréia, adição de ácidos e sais de K, Ca e Mg, alteração na granulometria, ou tornando-a de liberação lenta. As perdas de N podem também ser reduzidas utilizando as zeólitas como aditivo aos fertilizantes para controlar a retenção e liberação de NH_4^+ . As

zeólitas são minerais alumino-silicatos cristalinos hidratados de metais alcalinos ou alcalinos-terrosos, estruturados em redes cristalinas tridimensionais rígidas, formadas por tetraedros de AlO_4 e SiO_4 , cujos anéis ao se unirem compõem um sistema de canais, cavidades e poros (Ming & Mumpton, 1989). Estes minerais de ocorrência natural apresentam 3 propriedades principais, que são a alta capacidade de troca de cátions, a alta capacidade de retenção de água livre nos canais, e a alta habilidade na adsorção, que lhes conferem grande interesse para uso na agricultura.

Existem relatos na literatura mostrando o aumento da eficiência da utilização do nitrogênio, especialmente na forma de uréia, quando utilizado em conjunto com este

¹ Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal 339, 13560-970, São Carlos, SP.
Endereços eletrônicos: <alberto@cnpse.embrapa.br>

² Laboratório de Química de Superfície - Centro de Tecnologias Minerais - CETEM, Rio de Janeiro, RJ.

mineral. Crespo (1989) mostrou, em um experimento de vaso, que com o uso de 180g de zeólita (70% clinoptilolita) houve um aumento em torno de 130% da eficiência do uso e da extração de nitrogênio e da produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens*. Bouzo et al. (1989) triplicaram a produtividade da cana-de-açúcar com o uso de 6 t ha⁻¹ de zeólita na linha de plantio em um Oxisol. Carrion et al. (1994) observaram que a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N, na forma de da uréia recoberta com 5 a 10% de zeólita aumentou a produtividade das culturas de arroz e tomate. O princípio da ação da zeólita na conservação do amônio, é a diminuição da concentração do elemento na solução através da troca de cátions. (Bartz & Jones, 1983; Ferguson & Pepper, 1987).

A aveia branca é uma forrageira forrageira de inverno que responde positivamente à aplicação de fertilizantes NPK. Estudos com duas cultivares desta espécie, realizados pela Embrapa Pecuária Sudeste em São Carlos, SP, mostraram que as doses de fertilizantes para máximo retorno econômico de matéria seca, produzida em quatro cortes consecutivos e com irrigação, foram, respectivamente, da ordem de 160, 180 e 180 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, no cultivo convencional, e de 200, 120 e 95 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, no sistema de plantio com cobertura de solo (Primavesi et al., 2001 e 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da mistura de zeólita à uréia na adubação nitrogenada da aveia sobre a produção de matéria seca, extração e utilização de nitrogênio.

Condução do trabalho

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação na Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP. A aveia (*Avena sativa* L.) cv. São Carlos foi semeada em vasos com 3 kg de terra. Utilizou-se um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura média. As características químicas do solo, na camada de 0 a 20 cm, no início do experimento, foram: pH_{CaCl2} = 5,4; M.O. = 27 g dm⁻³; P_{resina} = 20 mg dm⁻³; K = 2,0 mmol_c dm⁻³; Ca = 26 mmol_c dm⁻³; Mg = 12 mmol_c dm⁻³; CTC = 68 mmol_c dm⁻³; V = 59%; B = 0,19 mg dm⁻³; Cu = 1,9 mg dm⁻³; Fe = 30 mg dm⁻³; Mn = 3,1 mg dm⁻³; Zn = 2,7 mg dm⁻³; e as características físicas: areia = 690 g kg⁻¹; argila = 251 g kg⁻¹; e silte = 59 g kg⁻¹.

A zeólita utilizada foi coletada no Norte do Estado do Tocantins, na Bacia do Parnaíba, e apresentava 470 g kg⁻¹ de zeólita estilbita. O material foi moído e parte dele foi concentrado, através da separação da zeólita dos contaminantes (quartzo e óxidos e hidróxidos de Fe) pelo método de concentração gravítica utilizando a espiral Humphrey, resultando em um material com 650 g kg⁻¹ de zeólita estilbita. Obtiveram-se 2 tipos de zeólita: natural e concentrada, nas granulometrias < 1mm (18 mesh) e < 0,3mm (50 mesh). O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 X 2 X 2 X 4, com 3 repetições. Os tratamentos foram 2 tipos de zeólita estilbita (natural e concentrada), 2 granulometrias (< 1 mm e < 0,3 mm), 2 níveis de nitrogênio (100 e 200 mg kg⁻¹); e 4 relações de zeólita (testemunha, 25, 50 e 100% m/m da dose de N).

Os tratamentos foram aplicados na adubação da aveia. A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia (45% N). Houve 4 tratamentos adicionais com a aplicação das 2 doses de N em superfície e enterrada a 5 cm de profundidade.

Todos tratamentos receberam a adição calcário dolomítico para elevar V a 70%, 200 mg kg⁻¹ de P (superfosfato simples 18% P₂O₅); 150 mg kg⁻¹ de K (cloreto de potássio 60% K₂O); 0,5 g kg⁻¹ de B (ácido bórico 17% B); 1,5 mg kg⁻¹ de Cu (sulfato de cobre pentahidratado 25% Cu); 5,0 mg kg⁻¹ de Fe (ferro EDTA 5000 mg L⁻¹); 3,0 mg kg⁻¹ de Mn (cloreto de manganês tetra hidratado 28% Mn); 0,1 mg kg⁻¹ de Mo (ácido molíbdico 48% Mo); e 5,0 mg kg⁻¹ de Zn (sulfato de zinco heptahidratado 22% Zn). Todos os nutrientes, exceto N e K, foram aplicados por ocasião da semeadura. A quantidade total de N e K foi parcelada em duas aplicações: semeadura, e 30 DAE. As doses de nutrientes foram calculadas a partir dos resultados de Primavesi et al. (2001 e 2004).

A umidade perdida por evapotranspiração foi repostada às unidades experimentais adicionando-se manualmente, quando necessário, água para refazer a umidade em 70% da capacidade de retenção de água do solo (230 mL kg⁻¹). Foram realizados cinco cortes das plantas, efetuados a 10 cm da superfície do solo, quando 10% das plantas iniciaram o alongamento do colmo (os intervalos foram aproximadamente de 35 dias). Ao final do experimento foram coletadas a base do colmo e as raízes. A matéria fresca da parte aérea, base do colmo e raízes foi pesada e seca em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso

constante, para determinar o teor de água e calcular a produção de matéria seca. A matéria seca da parte aérea (MSPA) é a produção dos 5 cortes, e a total (MST) é a soma de MSPA + base do colmo + raízes.

Analizou-se o teor total de N no extrato da digestão sulfúrica mediante determinação pelo método semimicro de Kjeldhal (Nogueira & Souza, 2005). Foram calculadas a extração de N e eficiência do uso pela relação:

$$100(N_{\text{tratamento}} - N_{\text{testemunha}})N_{\text{aplicado}}^{-1}$$

Onde,

$N_{\text{tratamento}}$: quantidade de N extraída no tratamento X (mg);

$N_{\text{testemunha}}$: quantidade de N extraída pela testemunha (mg);

N_{aplicado} : quantidade de N aplicada no tratamento X (mg).

Foram ajustadas equações de regressão para a produção de matéria seca e extração de N em função em função das doses de N, tipo granulometria e % de zeólita aplicada em mistura com a uréia. Realizou-se o teste de médias (Tukey a 5%) para diferenciação dos índices de eficiência de uso.

Apresentação dos resultados obtidos

A Figura 1 representa a produção de matéria seca total (A e B) e da parte aérea (C e D) e extração de N (E e F) em função das doses de N, tipo, granulometria e % de zeólita aplicada em mistura com a uréia. Os melhores resultados de MST, MSPA e extração de N (34,0 g; 19,2 g; e 487,4 mg; respectivamente) foram obtidos com as doses de 200 mg kg⁻¹ de N em mistura com 59,8% de zeólita

concentrada. Os benefícios da adição do mineral ao fertilizante podem ser confirmados com a comparação com o tratamento padrão (uréia enterrada a 5 cm), uma vez que estes valores de MST e MSPA são equivalentes aos obtidos com os obtidos com o tratamento de 200 mg kg⁻¹ e melhores que os obtidos com 100 mg kg⁻¹ (Figura 1 A e C). Os melhores valores de MSPA, MST e extração de N com o uso da zeólita natural foram obtidos nas doses de 200 mg kg⁻¹ de N em mistura com 67,2% de zeólita natural na granulometria < 0,3 mm. Estes valores são respectivamente, 11,2; 12,7 e 6,1% menores que os obtidos com a zeólita concentrada, porém são melhores que os obtidos com a aplicação de uréia nas piores condições, ou seja em superfície (Figura 1 B e D).

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de eficiência do uso do uso do nitrogênio pela aveia em função das doses de N, tipo, granulometria e % de zeólita aplicada em mistura com a uréia. Os resultados indicaram que as maiores eficiências foram obtidas com a utilização da menor dose de N (100 mg kg⁻¹) e estes resultados forma estatisticamente equivalentes aos resultados obtidos com o tratamento padrão (uréia enterrada a 5 cm). Nas maiores relações de zeólita (100%) houve perda da eficiência do uso provavelmente devido a maior retenção do nutriente no mineral e não liberação para uso pelas plantas. Nas doses mais altas de N (200 mg kg⁻¹) não houve diferença significativa com o tratamento de pior resultado, ou seja aplicação da uréia em superfície. Somente foram observadas diferenças significativas para as granulometrias utilizadas no tratamento com 100 mg kg⁻¹ de N na relação de 100% de zeólita, com melhores resultados para aquelas zeólitas < 0,3 mm.

Conclusões

Os melhores resultados de produção de matéria seca foram obtidos a dose de 200 mg kg⁻¹ de N em mistura com 59,8% de zeólita concentrada (650 g kg⁻¹ de estilbita). A melhor eficiência de uso foi alcançada com o uso das doses mais baixas de nitrogênio da uréia.

Referências

- BARTZ, J. K.; JONES, R. L. Availability of nitrogen to sudangrass from ammonium-saturated clinoptilolite. **Soil Science Society of America Journal**, v. 47, p. 259-262, 1983.
- BOUZO, L.; LOPEZ, M.; VILLEGAS, R.; GARCIA, E.; ACOSTA, J. A. Use of natural zeolites to increase yields in sugarcane crop minimizing environmental pollution. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 15., July 1994, Acapulco, Mexico. **Transactions... Acapulco: International Society of Soil Science**, 1994. Vol. 5a, p. 695-701.
- CARRION, M.; GONZALEZ, R.; GIL, R.; RODRIGUEZ, C.; MARTINEZ-VIERA, R.; CRUZ, A.; COLOMBO, R.; PENA, E.; TORRES, S. Influence of fertilizers with zeolite on crop yields. In: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FUNDAMENTALES EN AGRICULTURA TROPICAL ALEJANDRO DE HUMBOLT. **90 ANOS DE LA ESTACION EXPERIMENTAL AGRONOMICA DE SANTIAGO DE LAS VEGAS**. Santiago de las Vegas: Estacion Experimental Agronomica, 1994. p. 201-211.
- CRESPO, G. Effect of zeolite on the efficiency of the N applied to *Brachiaria decumbens* in a red ferrallitic soil. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 23, p. 207-212, 1989.

FERGUSON G.; PEPPER, I. Ammonium retention in soils amended with clinoptilolite. **Soil Science Society of America Journal**, v. 51, p. 231–234, 1987.

MING, D. W.; MUMPTON, F. A. Zeolites in soils. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Eds.) **Minerals in soil environments**. 2nd ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 873-911.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313 p.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CANTARELLA, H. RODOLFO, G. Resposta da aveia cultivar São Carlos à adubação NPK, em dois tipos de solo, no Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, v.76, n.3, p.317-330, 2001.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CANTARELLA, H.; RODOLFO, G. Resposta da aveia branca à adubação em latossolo vermelho-amarelo em dois sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.79-86, 2004

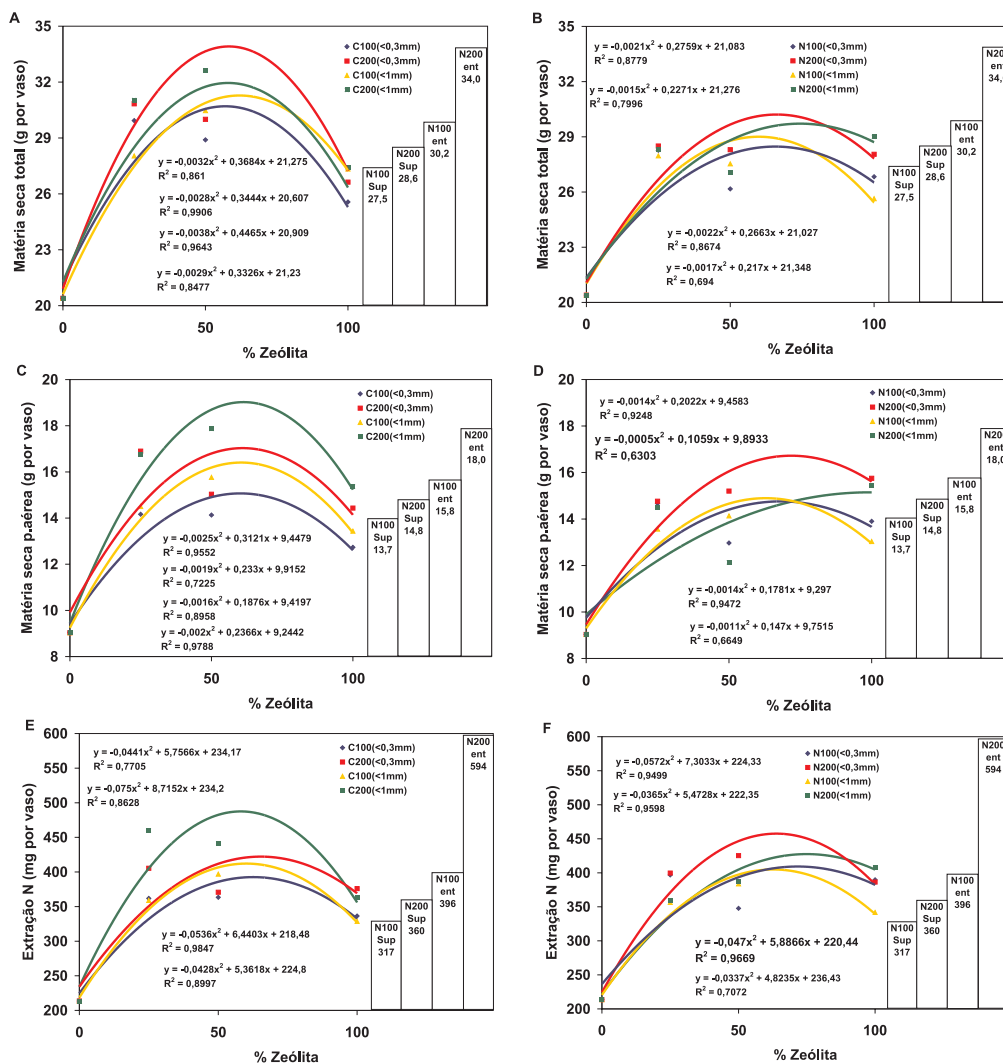


Figura 1. Produção de matéria seca total (A e B) e da parte aérea (C e D) e extração de N (E e F) em função das doses de N, tipo, granulometria e % de zeólita aplicada em mistura com a uréia.

Tabela 1. Eficiência do uso de N pela aveia em função das doses de N, tipo, granulometria e % de zeólita aplicada em mistura com a uréia.

Dose N (mg kg ⁻¹)	Zeólita (%)	Zeólita natural		Zeólita concentrada	
		< 0,3mm	< 1mm	< 0,3mm	< 1mm
100	25	46,81 abc	48,65 abc	54,72 a	50,46 ab
100	50	46,94 abc	58,33 ab	55,23 a	62,52 a
100	100	52,25 Aab	41,66 B bcd	53,28 A a	44,15 B abc
200	25	31,70 cd	28,67 cd	32,59 b	41,28 abc
200	50	31,41 cd	29,20 cd	32,11 b	35,86 bc
200	100	26,20 d	25,85 d	27,94 b	32,94 bc
100	Enterrada	62,35 a	62,35 a	62,35 a	62,35 a
100	Superficial	34,13 bcd	34,13 cd	34,13 b	34,13 bc
200	Enterrada	62,61 a	62,61 a	62,61 a	62,61 a
200	Superficial	25,45 d	25,45 d	25,45 b	25,45 c

Médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si na vertical e por letras maiúsculas na horizontal (Duncan $p < 0,05$).

Comunicado Técnico, 84

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sudeste

Endereço: Rod. Washington Luiz, km 234

Fone: (16) 3361-5611

Fax: (16) 3361-5754

Endereço eletrônico: sac@cppse.embrapa.br

1ª edição on line (2007)

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: *Alberto C. de Campos Bernardi.*

Secretário-Executivo: *Edison Beno Pott*

Membros: *Carlos Eduardo Silva Santos, Odo Primavesi, Maria Cristina Campanelli Brito, Sônia Borges de Alencar.*

Expediente

Revisão de texto: *Edison Beno Pott*

Editoração eletrônica: *Maria Cristina Campanelli Brito.*