

Fontes de Nitrogênio e Acidificação em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
144**

**Fontes de Nitrogênio e Acidificação em
um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros**

*Joézio Luiz dos Anjos
Lafayette Franco Sobral*

***Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2019***

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Avenida Beira Mar, nº 3250
CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: +55 (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Ronaldo Souza Resende

Secretário-Executivo
Ubiratan Piovezan

Membros
Amaury da Silva dos Santos
Ana da Silva Léo
Anderson Carlos Marafon
Joézio Luiz dos Anjos
Julio Roberto Araujo de Amorim
Lizz Kezzy de Moraes
Luciana Marques de Carvalho
Tânia Valeska Medeiros Dantas
Viviane Talamini

Supervisão editorial
Flaviana Barbosa Sales

Normalização bibliográfica
Josete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Aline Gonçalves Moura

Foto da capa
Joézio Luiz dos Anjos

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Anjos, Joezio Luiz dos.

Fontes de nitrogênio e acidificação em um agrissolo dos Tabuleiros Costeiros / Joezio Luiz dos Anjos, Lafayette Franco Sobral. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019.

13 p. il. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 144).

1. Solo. 2. Argissolo. 3. Tabuleiros Costeiros. 4. Nitrogênio. 5. Embrapa Tabuleiros Costeiros. I. Sobral, Lafayette Franco. II. Título. III. Série.

CDD 631.4 Ed. 21

Sumário

Resumo5

Abstract6

Introdução.....7

Material e Métodos8

Resultados e Discussão9

Conclusões.....12

Referências12

Fontes de Nitrogênio e Acidificação em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros

Joézio Luiz dos Anjos¹

Lafayette Franco Sobral²

Resumo – A ureia e o sulfato de amônio são as principais fontes de nitrogênio (N) utilizadas nos Argissolos dos Tabuleiros. A volatilização da amônia da ureia e a acidificação do solo provocada pelo sulfato de amônio são fatores limitantes das referidas fontes deste nutriente. Tecnologias agregadas à ureia têm sido propostas como alternativa à minimização das perdas por volatilização, enquanto a acidificação do solo causada pelo uso do sulfato de amônio somente pode ser corrigida mediante o uso do calcário. O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes fertilizantes nitrogenados quanto aos seus efeitos na acidificação e nos teores de cálcio, magnésio e alumínio de um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros. Foi instalado um experimento em Argissolo do Campo Experimental de Umbaúba, em esquema fatorial com nove fontes e três doses de N, disposto em blocos ao acaso com três repetições. Um tratamento sem nitrogênio foi adicionado ao experimento. O sulfato de amônio provocou a acidificação do solo, redução nos teores de cálcio e de magnésio trocáveis e aumento no teor do alumínio trocável. A ureia perolada e a ureia encapsulada com enxofre apresentaram os mesmos efeitos que o sulfato de amônio, entretanto, com amplitude bem menor.

Termos para indexação: adubos nitrogenados, acidez do solo, fertilidade do solo.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

² Engenheiro-agrônomo, PhD em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

Nitrogen Sources and Acidification in an Ultisol of the Coastal Tablelands

Abstract – Urea and ammonium sulphate are the main sources of nitrogen in Ultisols of the Coastal Tablelands. Ammonia volatilization from urea and soil acidification from ammonium sulphate are limiting for these nitrogen sources. Technologies added to urea in order to minimize volatilization have been an alternative. Soil acidification by ammonium sulphate only can be overcome by liming. The objective of this work is to compare nitrogen sources with respect to soil acidification and Al^{3+} , Ca^{2+} and Mg^{2+} contents of an Ultisol. An experiment was set up in a factorial scheme in complete randomized blocks, with nine N sources, three doses of each and three replications. Sources of N were urea, ammonium sulphate and urea with elementary sulfur and ammonium sulphate. An additional treatment without N was added to the experiment. Ammonium sulphate decreased soil pH, calcium and magnesium soil contents, while increased soil exchangeable aluminum. Regular urea and urea with granules surrounded by sulfur and ammonium sulphate had the same effect but in less extent.

Index terms: nitrogen fertilizers, soil acidity, soil fertility.

Introdução

Os Argissolos que ocorrem nos Tabuleiros Costeiros são solos de baixa fertilidade natural e a produção é bastante dependente da fertilização química. A principal fonte de nitrogênio (N) utilizada na agricultura brasileira é a ureia, devido a sua alta concentração deste elemento. Uma fonte alternativa à ureia é o sulfato de amônio, o qual tem sido reportado como um fertilizante que acidifica o solo mais que a ureia, pois, a nitrificação cada molécula de sulfato de amônio produz quatro hidrogênios, enquanto que a ureia, ao passar pelo mesmo processo, libera apenas dois hidrogênios (Chien et al., 2008). Schroder et al. (2011) estudaram os efeitos de doses de nitrogênio e das fontes amônia anidra, nitrato de amônio, ureia e ureia encapsulada com enxofre (S) na acidificação do solo e concluíram que doses crescentes de N causam decréscimo do pH e dos teores de cálcio e magnésio e aumento do teor de alumínio trocável. No entanto, estes autores não observaram diferenças significativas entre as fontes estudadas quanto à acidificação do solo. Souza e Silva (2009), compararam a ureia, o sulfato de amônio e a ureia de liberação lenta com grânulos envolvidos com enxofre quanto à acidificação do solo e concluíram que esta aumentou com as doses de N e que o maior poder de acidificação foi o do sulfato de amônio, resultados que concordam com aqueles encontrados por Delbem et al. (2011) e por Effegen et al. (2015).

A volatilização do N é outro fator que limita significativamente a utilização da ureia. Em pomares de citros, as perdas da ureia variam de 16% a 44% (Cantarella et al., 2003). A ureia é hidrolisada rapidamente (dois a três dias) por meio da ação da enzima urease produzida por microrganismos do solo e por restos de vegetais e animais. Assim, amônia é produzida e se perde na atmosfera (Oliveira et al., 2014). O encapsulamento da ureia com enxofre tem sido utilizado para tornar a liberação de N mais lenta diminuindo perdas por volatilização e por lixiviação.

O objetivo deste trabalho foi comparar fontes de fertilizantes nitrogenados quanto aos seus efeitos na acidificação e nos teores trocáveis de cálcio, magnésio e alumínio de um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros.

Material e Métodos

Foi instalado, em 2014, um experimento em um Argissolo do Campo Experimental da Embrapa Tabuleiros Costeiros, situado no município de Umbaúba, estado de Sergipe, cujas coordenadas geográficas são: 11°22'59" de Latitude S e 37°39'27" de Longitude W de Greenwich. Antes da aplicação dos tratamentos foi coletada uma amostra composta de solo da camada 0 m a 0,2 m do perfil, cujos resultados são demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do Argissolo antes da aplicação dos tratamentos.

M.O. ⁽¹⁾	pH	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Na ⁺	SB ⁽²⁾	CTC ⁽³⁾	V ⁽⁴⁾
g.kg ⁻¹	H ₂ O	mg.dm ⁻³	----- mmol.dm ⁻³ -----					-----			%
16,3	5,7	16,1	11,3	4,4	27,1	0,9	1,99	0,54	18,2	45,3	40,2

⁽¹⁾ M.O. : matéria orgânica; ⁽²⁾ SB: Soma de base; ⁽³⁾ CTC: capacidade de troca de cátions;

⁽⁴⁾ V: saturação por base.

O experimento foi implantado em esquema fatorial 9 x 3 sendo 9 fontes e 3 doses de N, mais um tratamento extra sem nitrogênio. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 3 repetições. Os tratamentos foram os seguintes: 1) ureia pastilhada pura - 44,9% de N; 2) ureia pastilhada com 7% de S (50% sulfato de amônio e 50% S elementar) e 40,7% de N; 3) ureia pastilhada com 7% de S (100% sulfato de amônio) - 37,2% de N; 4) ureia pastilhada com 7% de S (100% S elementar) - 44,3% de N; 5) fonte comercial com N amídico e N amoniacal e Ca, Mg e S - 29% de N; 6) ureia pastilhada com 7% de S (100% sulfato de amônio) - 37,2% de N + Zn; 7) ureia encapsulada - 37% de N; 8) sulfato de amônio (20% de N); 9) ureia convencional (perolada) - 45,6% de N. As doses aplicadas de N, durante o período de 2014 a 2016, foram de 300 g, 600 g e 1100 g planta⁻¹. Os dados utilizados neste boletim correspondem a análises de solo coletadas no período de 2014 a 2017. Em 2017, as amostras foram coletadas em 16 de maio de 2017, antes da adubação que ocorreu nos dias 23 e 24 de maio de 2017. Portanto, refletem os efeitos das aplicações das fontes de nitrogênio no período de 2014 a 2016.

Foram coletadas amostras compostas de solo no local de aplicação de fertilizantes, os quais foram distribuídos na projeção de laranjeiras recém-plantadas. O pH em água foi medido utilizando-se uma solução contendo uma parte de solo e duas partes e meia de água em volume (1:2,5). A solução foi agitada e os eletrodos imersos na mesma. O fósforo, o potássio e

o sódio foram extraídos com a solução Mehlich⁻¹ ($\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2 \text{SO}_4 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$). O fósforo em solução foi mensurado por espectrometria de absorção molecular, enquanto o sódio e o potássio foram quantificados por absorção atômica. O alumínio, o cálcio e o magnésio foram extraídos e quantificados com uso do cloreto de potássio 1 N. O Al foi determinado por titulação com hidróxido de sódio e o cálcio e o magnésio por absorção atômica. O hidrogênio mais alumínio (H+Al) foi extraído com acetato de cálcio e mensurado por titulação com hidróxido de sódio (Silva, 2009). Os gráficos relacionando o tempo com atributos do solo foram construídos com base nos teores naturais do solo, em 2014, e com os teores obtidos em amostras de solo compostas, coletadas após a aplicação de 600 g N por planta nos anos de 2015 e 2016. Os dados obtidos na comparação entre fontes foram submetidos à análise da variância e os referentes às doses, analisados por meio de regressão utilizando-se os softwares SAS e Sisvar.

Resultados e Discussão

O efeito da ureia e do sulfato de amônio no pH e no teor de Al^{3+} do solo ao longo do período experimental é demonstrado nas Figuras 1A e 1B, respectivamente. O sulfato de amônio, comparado à ureia, causou diminuição mais acentuada do pH e maior elevação do alumínio trocável (Al^{3+}) (Figura 1B). O pH inicial, que era de 5,7 em 2014, foi reduzido significativamente no anos seguintes para valores próximos de 4 pelo uso do sulfato de amônio e para valor próximo de 5 pelo uso da ureia (Figura 1A). Também, o teor de Al^{3+} que era de $0,9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, em 2014, foi elevado para valores entre 4 e $12 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, pela aplicação da ureia e sulfato de amônio, respectivamente.

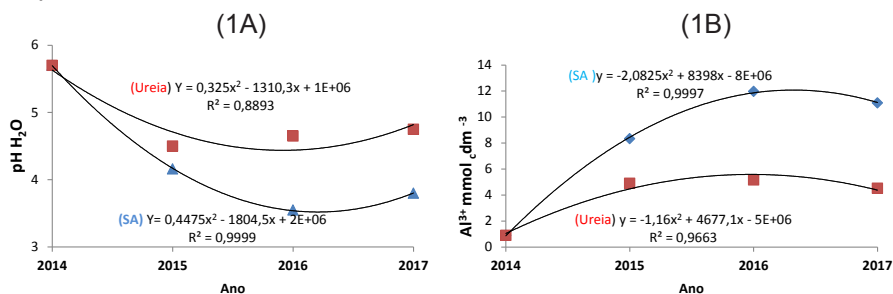


Figura 1. Efeito da aplicação da ureia perolada e do sulfato de amônio no pH (A) e no teor de Al^{3+} (B) em Argissolo dos Tabuleiros Costeiros. Umbaúba, SE, 2017.

O aumento da concentração de hidrogênio iônico (H^+) no solo causa decomposição das argilas e o alumínio da estrutura passa ao grau de oxidação Al^{3+} , que reduz o crescimento do sistema radicular das plantas com forte influência no crescimento e na produtividade das mesmas. O sulfato de amônio acidifica o solo durante a fase de nitrificação (transformação do NH_4^+ em NO_3^-). Neste processo, são liberados dois íons H^+ para cada NH_4^+ adicionado ao solo. Como o sulfato de amônio contém dois NH_4^+ , a nitrificação do amônio proveniente do sulfato de amônio produz quatro íons H^+ . A acidificação pelo uso da ureia é causada pelas mesmas reações, porém, o processo de nitrificação da ureia produz apenas dois H^+ (Chien et al., 2008). Os resultados obtidos também convergem com os de Schroder et al. (2011), os quais observaram que o pH diminuiu com o tempo decorrido depois da aplicação de fertilizantes nitrogenados. As doses também influenciaram tanto no decréscimo do pH quanto no aumento do teor de alumínio trocável. Ao contrário deste trabalho, os autores não observaram diferenças significativas entre as fontes, quanto a acidificação do solo. A razão é que não havia o sulfato de amônio entre as fontes estudadas.

A acidificação do solo causada pelo sulfato de amônio, e em menor extensão pela ureia, aumenta os teores de H^+ e Al^{3+} que substituem o Ca^{2+} e o Mg^{2+} nos sítios de troca das argilas e da matéria orgânica, razão para a diminuição dos teores dos citados nutrientes no solo (Figuras 2A e 2B). O decréscimo dos teores do Ca^{2+} e do Mg^{2+} é prejudicial para as culturas porque os dois elementos são macronutrientes secundários essenciais ao desenvolvimento das plantas.

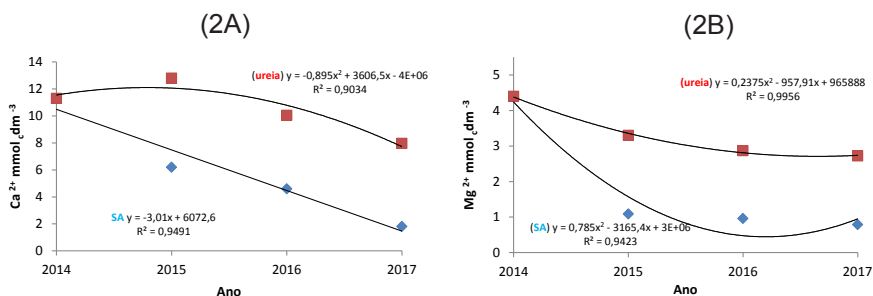


Figura 2. Efeito da ureia perolada e do sulfato de amônio nos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} em Argissolo dos Tabuleiros Costeiros. Umbaúba, SE, 2017.

Outra fonte alternativa de nitrogênio é a ureia encapsulada com enxofre elementar. No solo, o enxofre é oxidado e reage com a água formando o ácido sulfúrico. Como o ácido sulfúrico é um ácido forte, a sua dissociação produz hidrogênio iônico. Entretanto, a principal fonte de acidificação da ureia encapsulada com enxofre é o processo de nitrificação do amônio liberada pela ureia (Chien et al., 2008). Consequentemente, as fontes contendo enxofre também acidificam o solo, embora em menor grau que o sulfato de amônio. Na Figura 3, verifica-se também o efeito da ureia encapsulada com enxofre e da ureia perolada no decréscimo do pH e no aumento do teor de Al^{3+} . Um ano após a aplicação da ureia revestida com enxofre, observa-se que a acidificação do solo foi muito próxima da ureia convencional. A diferença somente tornou-se significativa após terem decorridos dois anos da aplicação do fertilizante.

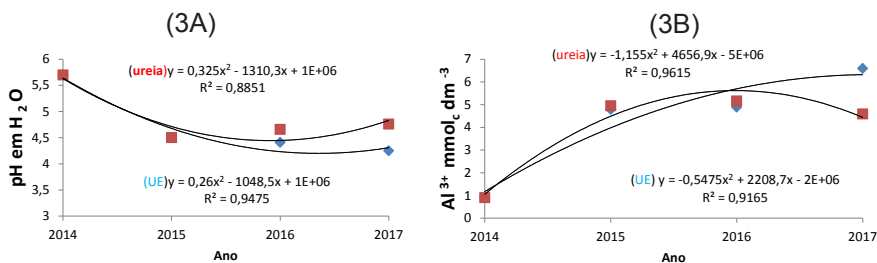


Figura 3. Efeito da ureia perolada e da ureia encapsulada com enxofre (UE) no pH (3A) e no teor de alumínio (3B) em Argissolo dos Tabuleiros Costeiros. Umbaúba, SE, 2017.

Os efeitos da ureia pastilhada com 7% de S (50% de sulfato de amônio e 50% de enxofre elementar) - (Tratamento 2) e da ureia pastilhada com 7% de S (100% na forma de sulfato de amônio) - (Tratamento 3) não foram significativamente diferentes quanto à acidificação do solo (pH) e aos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} . Entretanto, os dois fertilizantes causaram maior acidificação que a ureia.

A fonte contendo N amídico e N amoniacal além de Ca, Mg e S (Tratamento 5), proporcionou pH, Ca e Mg iguais aos da ureia, e menor teor de Al, provavelmente, devido à complexação do Al pelo componente orgânico. As doses crescentes de nitrogênio aplicadas, independentemente das fontes dos fertilizantes nitrogenados, influenciaram significativamente na acidificação (pH), diminuição dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e aumento nos teores de Al^{3+} , no ano de 2017. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Souza e Silva (2009).

Conclusões

Dentre as fontes de nitrogênio estudadas nas diferentes formulações aplicadas, o sulfato de amônio é a que promove maior acidificação e aumento no teor de alumínio do solo.

Os teores de alumínio trocável (Al^{3+}) aumentam enquanto os de cálcio e magnésio trocáveis (Ca^{2+} e Mg^{2+}) diminuem nos solos que recebem fertilizantes nitrogenados, com maior intensidade naqueles que recebem o sulfato de amônio.

Referências

- CANTARELLA, H.; MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J. A.; RIGOLIN, A. T. Fruit yield of Valencia sweet orange fertilized with different N sources and the loss of applied N. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 67, p. 1-9, 2003.
- CHIEN, S. H.; GEARHART, M. M.; COLLAMER, D. J. The effect of different ammonical nitrogen sources on soil acidification. **Soil Science**, v. 173 n. 8, p. 544-551, 2008.
- DELBEM, F. C.; SCABORA, M. H.; SOARES FILHO, C. V.; HEINRICKS, R.; CROCILOLLI, C. A.; CASSIOLATO, M. R. Fontes e doses de adubação nitrogenada na atividade microbiana e fertilidade do solo cultivado com *Brachiaria Brizantha*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 361-367, 2011.
- EFFEGEN, C.; CAMPANHARO, A.; BRUMATTI, J. A.; FERREIRA, F. de A.; FERNANDES, A. A.; CAMPANHARO, M. Efeito de doses e fontes de nitrogênio na acidificação de um solo cultivado com repolho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **O solo e suas múltiplas funções: anais**. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.
- OLIVEIRA, J. A. de; STAFANATO, J. B.; GOULART, R. de S.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; SOUZA, H. N. de; COSTA, F. G. M. Volatilização de amônia proveniente de ureia compactada com enxofre e bentonita, em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1558-1564, 2014.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- SOUZA, R. A. de; SILVA, T. R. B. da. Acidificação de um latossolo vermelho distroférrico em função da aplicação de nitrogênio oriundo da ureia, sulfato de amônio e sulfato e sulfammonio. **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 3, p. 78-83, 2009.

SCHRODER, J. L.; ZHANG, H.; GIRMA, K.; RAUN, W. R.; PENN, C. J. Soil acidification from long-term use of nitrogen fertilizers on winter wheat. **Soil Science Society American Journal**, v. 75, p. 957-964, 2011.



Tabuleiros Costeiros

