

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA A SORO ÁCIDO DE LEITE PARA PRODUÇÃO DE MILHO

DOI: <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v9i1.566>

CORN YIELD AS AFFECT BY NITROGEN FERTILIZATION ASSOCIATED WITH ACID
WHEY

Samira Furtado de Queiroz¹; Edimar Rodrigues Soares²; Walter Maldonado Júnior³;
Fernando Kuhnen⁴; Carlos Henrique dos Santos Zebalos⁵.

RESUMO: O soro de leite é um resíduo abundante que pode ser utilizado para aplicação no solo, com particular interesse nas concentrações de N e K. O objetivo com este trabalho foi avaliar atributos químicos do solo e produtividade de milho em resposta à combinação de N-ureia e soro ácido de leite (SL). O experimento foi instalado em Frutal-MG, em Latossolo Vermelho de textura média. O delineamento foi em blocos ao acaso com seis repetições e os tratamentos resultaram da combinação fatorial de cinco doses de N-ureia (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N) aplicadas em cobertura, na ausência e presença (62.500 L ha⁻¹) de SL. A aplicação de SL aumentou os teores de fósforo, K⁺ e Na⁺ trocáveis e houve mobilização vertical de P, K⁺ e Na⁺ até a camada de 40-60 cm com a aplicação de soro. O N-mineral do solo aumentou em função da adubação nitrogenada, mas não devido à aplicação de SL. Em solo de baixa fertilidade, o soro, em dose que forneceu 50 kg ha⁻¹ de N, aumentou a produtividade de grãos de milho em 938 kg ha⁻¹, o que não foi conseguido com 180 kg ha⁻¹ de N-ureia em cobertura.

Palavras-chave: Resíduo orgânico. Adubação nitrogenada. Potássio. Sódio.

ABSTRACT: *Milk whey is an abundant residue that can be used for soil application, with particular interest in the N and K concentrations. This work aimed to evaluate soil chemical properties and corn yield in response to the combination of acid whey and N-urea topdressing doses. The experiment was carried out in Frutal/MG - Brazil, in a Haplustox. The*

¹ Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Campus de Jaboticabal, SP. Bolsista da CAPES. E-mail: samirafurtado26@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2362-4716>;

² Doutor e Professor da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. E-mail: soares-agro@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3895-0234>;

³ Doutor e Professor colaborador do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. E-mail: walter@agroestat.com.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2837-3012>;

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. E-mail: f_kuhnen@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7657-9459>;

⁵ Discente do curso de Agronomia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. E-mail: carlos.h.s.zebalos@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0491-1157>.

experimental design was a randomized block with six replicates, and the treatments resulted from the factorial combination of five doses of N-urea (0, 45, 90, 135 and 180 kg ha⁻¹ N) in topdressing, with (62.500 L ha⁻¹) or without whey. The use of whey increased the available P and the exchangeable K⁺ and Na⁺ in soil and there was vertical mobility of P, K⁺, and Na⁺ until 40-60 cm layer with the application of whey. The mineral N increased due to N fertilization, but not due to the application of whey. The whey in a dose that provided 50 kg ha⁻¹ N, increased the yield of maize in 938 kg ha⁻¹, which was not achieved with 180 kg ha⁻¹ N-urea in topdressing.

Keywords: *Organic residue. Nitrogen fertilizer. Potassium. Sodium.*

INTRODUÇÃO

Os solos da região do cerrado apresentam baixa capacidade de suprimento de N para as plantas, devido aos baixos teores de matéria orgânica (MO). Eles normalmente são ácidos, com altos teores de Al³⁺ trocável e baixos teores de nutrientes. Nestas condições, o aproveitamento de resíduos que aumentem o teor de MO, a capacidade de troca de cátions (CTC) e os teores de N, P, K e outros nutrientes, é de grande interesse. O soro de leite (SL) é um bom fornecedor de nutrientes, particularmente de N e K e está disponível em várias regiões de Minas Gerais, onde predominam solos de cerrados. ⁽¹⁾

Os dados brasileiros sobre disponibilidade de SL são imprecisos, porque parcela significativa do queijo é produzido por empresas pequenas, sem estrutura para processar o soro e que, por isso, muitas vezes descartam o excedente em rios, o que torna o SL um dos

principais problemas ambientais da indústria de produtos lácteos. ⁽²⁾

A partir da estimativa da produção de queijos, 790.323 toneladas e assumindo a relação 1:9 queijo: soro, foram produzidos aproximadamente 7,1 bilhões de litros de SL em 2012 no Brasil. ^(3, 4) Muito pouco do SL produzido é reutilizado na indústria de alimentos, porque a porcentagem alta de água inviabiliza economicamente a desidratação. ⁽⁵⁾

Na composição do soro têm-se: N (0,01 a 1,7 g L⁻¹), P (0,006 a 0,5 g L⁻¹), lactose (0,18 a 60 g L⁻¹), proteínas (1,4 a 33,5 g L⁻¹) e gorduras (0,08 a 10,58 g L⁻¹) e, devido à composição, na avaliação do uso agrícola do SL predominam efeitos benéficos nos solos e nas plantas. ^(6, 7, 8)

A lixiviação de nitrato é o principal problema ambiental que pode decorrer da aplicação de soro ao solo e com aplicações de até 250.000 L ha⁻¹ de SL não houve lixiviação em solo franco. ⁽⁹⁾ No entanto, as variações locais precisam ser

consideradas, uma vez que as perdas por lixiviação dependem de outros fatores.

Para uso agrícola do SL é importante conhecer sua relação C/N, cuja variação está entre 40 e 17. ^(7, 10) Como o soro contém quase toda a lactose do leite é esperado que sua aplicação resulte em aumento acentuado na atividade microbiana nos primeiros dias após a aplicação e, em função da relação C/N, pode haver imobilização de N. ^(2, 7) Para solucionar o problema, é necessário combinar o uso do soro com aplicação de adubo nitrogenado.

Com este trabalho, pretendeu-se avaliar os atributos químicos do solo e a produtividade de milho em resposta à combinação de doses de N-ureia e de soro ácido de leite.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo, no município de Frutal (MG), em Latossolo Vermelho distrófico, a 19°52'9" S e 49°7'45" W. O clima do local é Aw, equatorial com inverno seco e, durante a condução do experimento a precipitação pluvial foi de 1.336 mm. ⁽¹¹⁾

Nas amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento foram obtidos, na camada de 0 a 20 cm: fósforo, 2 mg dm⁻³; MO, 17 g dm⁻³; pHCaCl₂, 4,0; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, Al³⁺, SB e CTC, respectivamente 0,6; 2; 1; 47; 11; 4 e 51

mmolc dm⁻³; V, 7%; Zn, 0,4 mg dm⁻³; areia, 780 g kg⁻¹ e argila, 180 g kg⁻¹. Na camada de 20 a 40 cm os valores foram: Al³⁺, SB e CTC, respectivamente, 10; 2 e 36 mmolc dm⁻³, e argila, 230 g kg⁻¹. As análises químicas foram feitas segundo Raij et al. ⁽¹⁴⁾, e a granulometria, foi determinada pelo método da pipeta.

Sessenta dias antes da semeadura foi feita aplicação de calcário para elevar o valor de V a 70%, conforme recomendação de Raij & Cantarell ⁽¹²⁾ para milho, e de gesso, usando como critério o teor de argila da camada de 20-40 cm x 6.

A semeadura do milho foi feita no dia 27-12-2011 e a adubação foi feita com 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples), 50 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e 4 kg ha⁻¹ de Zn (sulfato de zinco). ⁽¹²⁾

O experimento foi instalado em delineamento em faixas, com 10 tratamentos e 6 repetições. As parcelas foram constituídas por 8 linhas de plantas com 6 m de comprimento, espaçadas por 0,8 m (38,4 m²). A área útil foi constituída pelas 6 linhas centrais, desprezando 1 m em cada extremo (19,2 m²). As doses totais de N-ureia em cobertura foram 0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N, as quais foram parceladas em duas aplicações, aos 15 e 30 dias após a emergência das plantas, nos estádios V3 e V6 respectivamente.

O soro ácido de leite foi fornecido pela Catupiry® Laticínios, unidade de Santa Vitória (MG), originado do processo de fabricação de queijo sem adição de sal. Ele foi aplicado três dias após a primeira adubação nitrogenada. A dose, 62.500 L ha⁻¹, foi calculada para aplicar de 50 a 75 kg ha⁻¹ de N, admitindo concentração de N no SL entre 0,8 e 1,2 g L⁻¹. A distribuição foi feita com regadores de jardim devido à impossibilidade de entrada de máquinas na área em decorrência de alta precipitação.

No dia da aplicação foi coletada amostra do SL para caracterização química, usando métodos descritos em Alcarde (13), com adaptações por se tratar de amostra líquida. Os resultados foram: pH, 3,9; N-NH₄⁺, 27,1 mg L⁻¹; N-NO₃⁻, 2,2 mg L⁻¹; CO, 17,3 g L⁻¹, e N, P, K, Ca e Na (teores totais) iguais a, respectivamente, 0,8; 0,3; 1,0; 0,3 e 0,4 g L⁻¹; C/N, 22. Considerando a concentração de N do SL

e a dose utilizada, foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de N.

Trinta dias após a aplicação do SL foi feita amostragem de solo, a cerca de 20 cm das plantas, onde foram aplicados o N-ureia e o SL, a 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. Nas amostras foram determinados N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, N-mineral (N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻), fósforo, K⁺ e Na⁺, além de Ca²⁺, Mg²⁺ e H+Al que foram usados para o cálculo do V%. (14)

As espigas da área útil das parcelas foram colhidas no dia 06-05-2012 e os dados de produção foram corrigidos para 13% de umidade.

Os dados de análises de solo dentro de cada profundidade e a produtividade foram submetidos à análise de variância (teste F) e de regressão polinomial, utilizando o software AgroEstat. (15)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a aplicação de SL o teor de N-NH₄⁺ na camada de 20 a 40 cm foi, em média, 2,1 mg dm⁻³ maior (Tabela 1).

Tabela 1 - Fósforo, K⁺, Na⁺ e V% no solo em função de doses de soro ácido de leite e de N-ureia em cobertura, em amostras coletadas 30 dias após a aplicação do soro e 15 dias após a segunda aplicação de N-ureia.

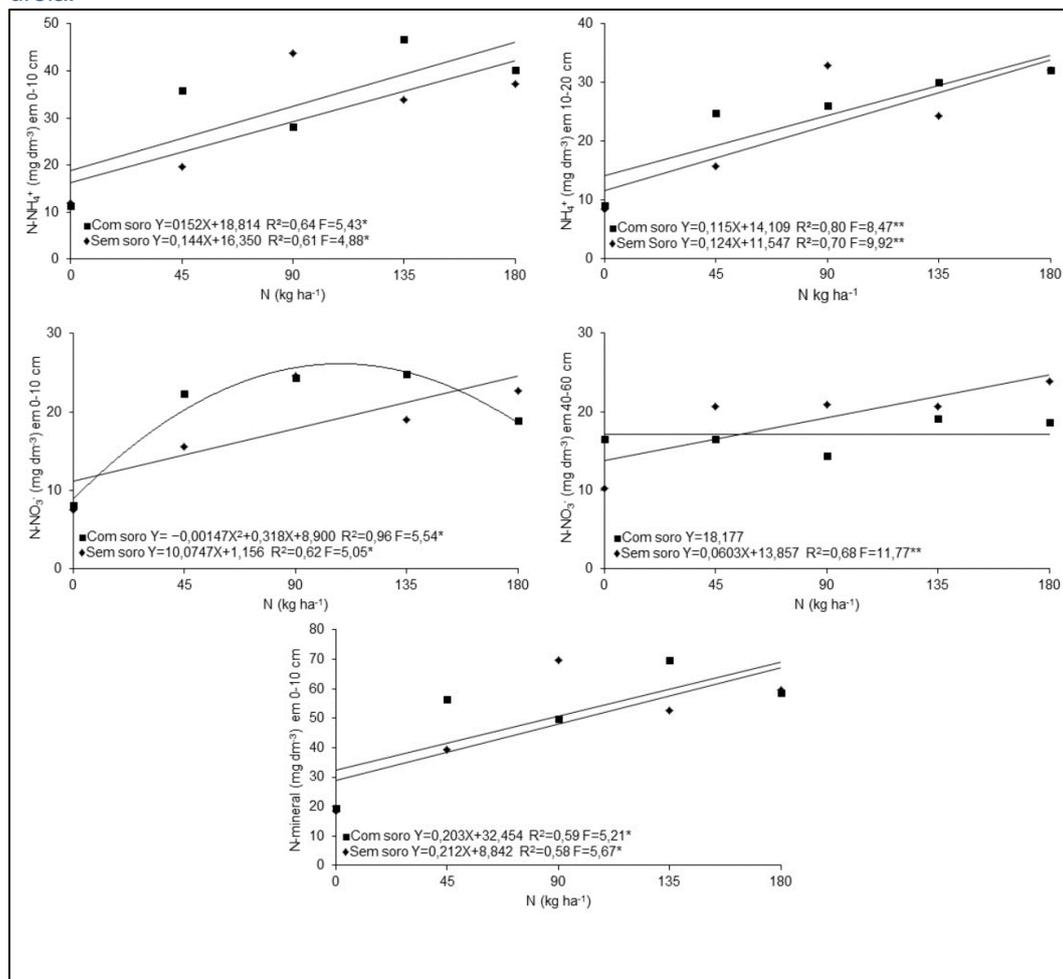
Soro de leite	Prof.	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-min	P resina	K ⁺	Na ⁺	V
L ha ⁻¹	cm	mg dm ⁻³			mmolc dm ⁻³			%
0	0-10	29,3a	17,9a	48,0a	6,2b	0,51b	0,16b	61,2a
62.500		32,5a	19,7a	50,8a	10,1a	1,13a	0,50a	59,4a
0	10-20	22,7a	16,7a	40,2a	4,1b	0,50b	0,12b	39,7a
62.500		24,4a	14,0a	37,3a	7,5a	0,95a	0,44a	39,2a
0	20-40	16,4b	11,1a	28,5a	3,0b	0,49b	0,16b	34,2a
62.500		18,5a	12,9a	31,1a	5,5a	0,81a	0,37a	33,9a
0	40-60	16,2a	19,3a	32,1a	2,4b	0,42b	0,12b	30,2a
62.500		17,8a	17,1a	33,5a	3,8a	0,70a	0,34a	33,1a

¹ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, dentro de cada profundidade, não diferiram entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação de N-ureia, por sua vez, levou a aumento linear de N-NH₄⁺ nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, nos tratamentos com e sem aplicação de SL (**Figura 1**). Para N-NO₃⁻, não houve efeito do SL (**Tabela 1**), mas houve aumento com o uso de N-ureia, linear na camada de 0-10 cm e té 108 kg ha⁻¹ de N na camada de 40-60 cm (**Figura 1**). O teor de N-NO₃⁻

nas camadas de solo (**Tabela 1**) não permitiu identificar mobilidade vertical, mas ela deve ter ocorrido porque as duas aplicações de N-ureia e a aplicação de SL foram feitas em janeiro, mês em que a precipitação pluvial ultrapassou 400 mm e, dois dias após a primeira adubação, ela foi de 100 mm.

Figura 1 - Teores de N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ e N-mineral (N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻) em função de doses de N-ureia e de soro ácido de leite, aplicados em cobertura no milho, em amostras coletadas 30 dias após a aplicação do soro e 15 dias após a segunda aplicação de N-ureia.



Considerando a textura do solo e admitindo a mobilidade da própria ureia no perfil é possível que, na data de

amostragem, as formas de N avaliadas já tivessem ultrapassado 60 cm. ⁽¹⁶⁾ Nas parcelas com aplicação de SL, as perdas

de N por lixiviação podem ter sido limitadas pela imobilização, que foi evidenciada pelos sintomas de deficiência de N nas parcelas com soro e sem N-ureia. Não foi observado efeito do soro no N-mineral do solo ($N-NH_4^+ + N-NO_3^-$) nos primeiros 60 cm de profundidade (**Tabela 1**).

Com aplicação de N-ureia houve aumento linear, a 0-10 cm, na presença e ausência de SL (**Figura 1**). Convertendo os teores de N-mineral do tratamento sem N-ureia e sem SL (**Tabela 1**), com base no volume de solo de cada camada amostrada, tem-se 122 kg ha^{-1} de N nos 60 cm avaliados. Considerando os teores de N-mineral médios em relação às doses de N-ureia, havia 209 e 217 kg ha^{-1} de N nos 60 cm, nos tratamentos sem SL e com SL, respectivamente (**Tabela 1**).

No valor obtido na análise existe o aumento provocado pela secagem e manuseio da amostra, mas mesmo assim, pode-se admitir que a quantidade de N que estava disponível para as plantas não era pequena e que a maior parte era proveniente das transformações do N-ureia, inclusive porque havia predomínio de $N-NH_4^+$. As quantidades aplicadas na primeira adubação com N-ureia devem ter sido, em grande parte, perdidas, porque dois dias depois a precipitação foi de 100 mm.

Aumentos de fósforo com a aplicação de SL ocorreram em todas as camadas de solo e foram de 3,9; 3,4; 2,5 e $1,4 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente, em 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 cm (**Tabela 1**), devido à adição de $18,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de P no SL. Embora o aumento tenha sido pequeno, como o solo é pobre, pode ter beneficiado a planta, porque plantas de ciclo curto, com intenso desenvolvimento como o milho, requerem maior teor de P em solução e reposição mais rápida que culturas perenes. ⁽¹⁷⁾

O aumento em profundidade deve ter sido causado pela mobilidade do próprio SL, antes que as formas orgânicas fossem transformadas em P inorgânico e adsorvidas. De acordo com Robbins, Lehrsch ⁽¹⁸⁾, de 21 a 42% do P no SL é orgânico e, considerando que o solo é de textura média, que no dia da aplicação do soro o solo estava com umidade alta e, nos dias seguintes houve quantidade de chuva significativa, pode ter havido mobilidade vertical do soro, com arraste de compostos orgânicos para camadas mais profundas, onde ocorreu a transformação do P nas formas inorgânicas lábeis medidas na análise de solo.

Os teores de K^+ no solo aumentaram com a aplicação do SL, em todas as profundidades, indicativo de mobilização vertical (**Tabela 1**). O aumento foi devido à presença de K no soro que, na dose

utilizada, resultou na aplicação de 62,5 kg ha⁻¹ de K. Como a amostragem de solo foi feita ao lado das plantas, os resultados não têm relação com a adubação potássica de semeadura, que foi feita na linha de plantio.

O K que está no soro é rapidamente liberado para o solo e, uma vez liberado, pode ser adsorvido na forma trocável, ou permanecer em solução e lixiviar. ⁽¹⁸⁾ Na condição avaliada havia fatores favoráveis à lixiviação de K – a CTC baixa do solo, a aplicação de gesso e a abundância de N-NO₃⁻ (**Tabela 1**). Com outros resíduos líquidos, como a vinhaça, que apresenta concentração de K maior do que o SL, também há relatos de aumento do teor no solo, inclusive em camadas subsuperficiais. ^(19, 20)

Os mesmos efeitos do SL em relação aos teores de K⁺ foram observados nos teores de Na⁺ (**Tabela 1**), mas os aumentos foram menores. Apesar de terem aumentado de 2,3 a 3,7 vezes devido à aplicação do SL, dependendo da profundidade, os teores foram baixos e a saturação de Na na CTC foi, em média, de 0,3% nos tratamentos sem SL, e 1,0% nos tratamentos com SL. GUIDI (2012) obteve valores de Na% maiores, de até 8%, após duas aplicações de lodo de indústria de gelatina com teor médio de Na de 670 mg L⁻¹. Além de ter utilizado resíduo com teor

de Na maior do que o SL, Guidi ⁽²¹⁾ também empregou doses maiores, de até 408.000 L ha⁻¹, o que justifica as diferenças nos resultados.

Comparado com outros cátions, o Na⁺ apresenta baixa afinidade com o complexo de troca do solo e, por isso, pode ser facilmente lixiviado o que ocorreu nas parcelas com a aplicação de SL, uma vez que houve aumento em todas as profundidades (**Tabela 1**). ⁽²²⁾ Silva ⁽⁴⁾ e Guidi ⁽²¹⁾ também relataram aumento de Na em profundidade com aplicação de SL e lodo biológico de indústria de gelatina, respectivamente. Com o uso do SL foram aplicados 25 kg ha⁻¹ de Na, quantidade pequena se comparada aos 272 kg ha⁻¹ aplicados por Guidi ⁽²¹⁾ com o uso de lodo de indústria de gelatina e, do mesmo modo como não foi relatado efeito adverso do Na na cana-de-açúcar que recebeu o lodo, não houve prejuízo para o milho, devido ao Na contido no soro. Os valores de V% do solo aumentaram muito (**Tabela 1**) em relação aos iniciais, devido à aplicação do calcário e do gesso. Houve intensa lixiviação das bases, uma vez que o V% na camada de 20 a 40 cm era 4% e aumentou para 34%. Houve aumento de 938 kg ha⁻¹ de grãos de milho devido à aplicação do SL, mas não houve resposta à adubação nitrogenada (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Produção de milho em função de doses de N-ureia e soro ácido de leite aplicados em cobertura.

N	Soro (62.500 L ha ⁻¹)	Sem Soro
kg ha ⁻¹	----- kg ha ⁻¹ -----	
0	3.916	3.045
45	4.206	2.905
90	4.128	3.205
135	4.109	3.610
180	4.312	3.213
Médias ¹	4.134a	3.196b
	Teste F	CV%
N	1,23NS	13,04
Soro	13,11*	27,37
N x Soro	0,67NS	17,21

¹ Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença entre as doses de soro ácido de leite, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{NS} e * : não significativo e significativo a 5% de probabilidade.

A resposta ao SL ocorreu apesar da deficiência de N observada cerca de uma semana após sua aplicação, nos tratamentos sem N. A deficiência não era esperada porque a relação C/N era 22, mas o SL apresenta alto teor de lactose, o que deve ter causado aumento acentuado da atividade microbiana em intervalo de tempo curto e uso do N-mineral do solo pelos microrganismos.

A resposta ao soro, mas não ao N está, provavelmente, associada à condição inicial de fertilidade muito baixa. O SL atuou como fornecedor de todos os nutrientes, particularmente K, o que favoreceu o crescimento e a produção do milho. Ainda, devido à precipitação pluvial intensa, a maior parte do N-ureia da primeira adubação em cobertura pode ter lixiviado. Apesar disso, a produtividade foi baixa, o que se deve não só aos baixos teores de nutrientes no solo, mas também a ocorrência de veranicos de 16 dias, a

partir de 25 dias após a emergência das plantas, e de 12 dias, no embonecamento. A máxima exigência de água pelo milho ocorre no embonecamento e déficit nesta fase reduz a produtividade em 40 a 50% ⁽²³⁾ De acordo com Bergamaschi et al. ⁽²⁴⁾, quando a cultura de milho foi irrigada próximo à capacidade de retenção de água do solo, a produtividade foi de 7,5 t ha⁻¹, e com 60% da irrigação máxima, ela diminuiu para 4,9 t ha⁻¹.

Aumento da produção de milho com aplicação de resíduos líquidos com N e K na composição já foram relatados por outros autores e, especificamente com soro, Modler ⁽²⁵⁾ relatou produção semelhante à obtida, 3,2 t ha⁻¹ de grãos, com dose de soro cerca de 10 vezes maior do que a utilizada, ou seja, 640.000 L ha⁻¹.

4 CONCLUSÕES

O N-mineral do solo aumentou em função da adubação nitrogenada, mas não devido à aplicação de soro ácido de leite.

A aplicação de soro ácido de leite aumentou os teores de fósforo, K⁺ e Na⁺ no solo.

O soro de leite, em dose de 62.500 L ha⁻¹, aumentou a produtividade de grãos de milho em 938 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

1. Mendes GMF, et al. Produção de milho forrageiro (*Pennisetum glaucum* L.) adubado com soro de leite. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (JEPEX) [resumo]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2010.
2. Silva ROP, Sá PBZR, Amaral AMP, Bueno CRF. Aspectos das importações de soro de leite no Brasil: Análise e indicadores do agronegócio. *Aná e Ind do Agr.* 2018; 8: 1-7.
3. Revista laticínios. Mercado – dados de Data Market Intelligence Brazil. *Rev Lat.* 2013; 99: 28.
4. Silva NCL. Mobilidade e distribuição de solutos de soro de leite em colunas de solo [Dissertação, Mestrado]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2009.
5. Hosseini M, et al. Application of a bubble-column reactor for the production of a single-cell protein from cheese whey. *Ind & Eng Che Res.* 2003; 42: 764-766.
6. Prazeres AR, et al. Cheese whey management: a review. *Jou of Env Man.* 2012; 110: 48-68.
7. Gheri EO, Ferreira ME, Cruz MCP. Resposta do capim-tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. *Pes Agro Bras.* 2003; 38: 753-760.
8. Morrill WBB, Rolim MM, Neto EB, Predosa EMR, Oliveira VS, Almeida GLP. Produção e nutrientes minerais de milho forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. *Rev Bra de Eng Agr e Amb.* 2012; 16: 182-188.
9. Watson KA, et al. Benefits of spreading whey on agricultural land. *Wat Pol Con Fed.* 1977; 49: 24-34.
10. Ruiz JGCL. Mineralização do soro ácido de leite em função do pH do solo [Dissertação, Mestrado]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2012.
11. Rubel F, Kottek M. Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Met Zei.* 2010; (19): 135-141.
12. Raij BV, Cantarella H, Quaggio JÁ, Furlani AMC. Redução da acidez do subsolos. In: Raij BV, Cantarella H, Quaggio JÁ, Furlani AMC. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. *Ins Agro.* 1996: 17-18.
13. Alcarde JC. Manual de análises de fertilizantes. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 2009: 259.
14. Raij B, et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo. Instituto Agrônomo. 2001: 235.
15. Barbosa JC, Maldonado JW. Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos [programa de computador]. Versão 1.1.0.804. Jaboticabal: AgroEstat; 2013.
16. Singh M, et al. Leaching and transformation of urea in dry and wet soils as affected by irrigation water. *Pla and Soi.* 1984; 81: 411-420.
17. Embrapa. Fertilidade de solos: nutrição e adubação do milho. Sete Lagoas, 2006.
18. Robbins CW, Lehrsch GA. Cheese whey as a soil conditioner. In: Wallace A,

Terry R. (Eds). Handbook of soil conditioners: Substances that enhance the physical properties of soil. Mar Dek. 1998: 167-185.

19. Paula MB, Holanda FSR, Mesquita HÁ, Carvalho VD. Uso da vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. Pes Agr Bra. 1999; 34: 1217-1222.

20. Bebé FV, Rolim MM, Pedrosa EMR, Silva GB, Oliveira VS. Avaliação de solos sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. Rev Bra de Eng Agr Amb. 2009; 13: 781-787.

21. Guidi IM. Uso do lodo biológico de indústria de gelatina para adubação de cana-de-açúcar [Dissertação, Mestrado]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade

Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2012.

22. Leal RMP, et al. Carbon and nitrogen cycling in a Brazilian soil cropped with 85 sugarcane and irrigated with wastewater. Agri Wat Man. 2010; 97: 271-276.

23. Fancelli AL, Dourado ND. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária. 2000: 21-54.

24. Bergamaschi H, Dalmago GA, Comiran F, Bergonci JI, Müller AG, França S, et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Pes Agro Bra. 2006; 41: 243-249.

25. Modler HW. The use of whey as animal feed and fertilizer. But of the Int Dai Fed. 1987; (212): 111-124.

Como citar (Vancouver)

Queiroz SF, Soares ER, Maldonado Júnior W, Kuhnen F, Zebalos CHS. Adubação nitrogenada associada a soro ácido de leite para produção de milho. Rev Cient Fac Educ e Meio Ambiente [Internet]. 2018;9(1):235-244. DOI: <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v9i1.566>