



O hoje – Logomarca identifica a nova fase da Faculdade Municipal de Bebedouro.

Seleção de projetos de pesquisa e extensão - IMESB 2016

Alteração dos atributos químicos do solo em relação aplicação de soro ácido de leite e N-ureia em circunstâncias das épocas de amostragem

Equipe executora:

Professoras Coordenadoras:

Profa. Msc. Samira Furtado de Queiroz - Doutoranda em Agronomia “Ciência do Solo”.

Profa. Dra. Osania Emerenciano Ferreira - Doutora em Microbiologia Agropecuária.

Área temática: Engenharia Agrônômica (Fertilidade do Solo)

RESUMO

O soro de leite é um resíduo abundante que pode ser utilizado para aplicação no solo, com particular interesse nas concentrações de N. O objetivo com este trabalho é avaliar atributos químicos em relação a épocas de amostragem de solo sob cultivo de milho para grãos em resposta à combinação de doses de soro ácido de leite e de N-ureia em cobertura em um experimento realizado no ano agrícola de 2010/2011. O experimento foi instalado em Frutal-MG, em Latossolo Vermelho distrófico. O delineamento foi em blocos ao acaso, com dez tratamentos resultantes da combinação de cinco doses de N-ureia em cobertura, na presença e ausência de soro ácido de leite, e seis repetições. As doses de N-ureia foram 0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N e o soro foi aplicado na dose de 62.500 L ha⁻¹. Os atributos químicos do solo serão avaliados em parcelas subdivididas, tendo as doses de soro e N-ureia como tratamentos principais nas parcelas avaliados dentro de cada profundidade e as épocas de amostragem de solo como tratamentos secundários nas subparcelas.

1. Introdução e Justificativa

A taxa de exportação de N pela cultura de milho pode atingir 26 kg por tonelada de grãos (Robertson, 1997, citado por Robertson e Vitousek, 2009), o que coloca o nutriente na condição de mais exportado pela cultura. Deste modo, o fornecimento de N em doses e épocas adequadas é um dos fatores mais importantes na definição da produtividade.

A absorção de N pelo milho ocorre praticamente durante todo o ciclo, e pode ser dividida em três fases: fase 1, crescimento inicial lento (germinação); fase 2, crescimento rápido, na qual 70 a 80% da matéria seca é acumulada; fase 3, crescimento novamente lento, durante a qual ocorre o acúmulo de cerca de 10% da massa seca total da planta (VASCONCELLOS et al., 1998).

Embora a absorção do N pelo milho seja maior no intervalo dos 40 aos 60 dias após a emergência, a planta ainda absorve cerca de 50% do N de que necessita após o início do florescimento e, sendo assim, aplicações tardias de parte do N podem ser vantajosas nos casos de uso de doses altas de fertilizantes, solos muito arenosos ou áreas irrigadas (CANTARELLA, 1993).

A eficiência no uso de fertilizantes nitrogenados pela cultura do milho geralmente não ultrapassa 50%, e quando se consideram outros cereais ela é de cerca de 33%, principalmente em cultivos realizados durante as estações mais quentes e de maior precipitação pluvial, que favorecem as perdas de N (GHIBERTO et al., 2009). O aproveitamento dos fertilizantes

nitrogenados é baixo porque parte do N aplicado pode ser perdido por volatilização como amônia e óxidos de nitrogênio (NO e N₂O), ou por lixiviação como nitrato, ou por escoamento superficial. Há, ainda, a possibilidade de entrada do N aplicado no reservatório de N do solo representado pelas formas orgânicas, que podem ou não ser disponibilizadas para as próximas culturas (GALLOWAY et al., 2004).

Além de ser o nutriente de maior resposta, o N é também o nutriente de manejo mais difícil e o de maior custo. Por isso, o fornecimento de parte do N exigido pela cultura a partir de fontes alternativas, como resíduos orgânicos, pode ser uma prática que diminui custos e que aumenta a sustentabilidade dos sistemas de produção. No Brasil, os resíduos orgânicos mais estudados são o lodo de esgoto, os estercos e o composto de lixo, mas entre os resíduos de interesse para a cultura do milho tem-se também o soro de leite.

O soro de leite representa cerca de 1/3 do volume total de efluentes dos laticínios, mas ele contém a maior concentração de C orgânico entre os resíduos gerados (Chatzipaschali; Stamatis, 2012), o que dificulta o descarte e encarece o tratamento. Nele também estão a maior parte dos componentes solúveis em água e a água presente no leite. A composição de soro de leite depende da qualidade e da composição do leite e das técnicas de produção de queijo utilizadas, que incluem a quantidade de levedura, o ácido utilizado na coagulação, a qualidade dos ácidos, o período e a temperatura de coagulação (KAVACIK; TOPALOGU, 2010). O soro representa de 85% a 95% do volume de leite processado e retém cerca de 55% dos nutrientes do leite. O componente mais abundante é a lactose (45 a 50 g L⁻¹), seguindo-se as proteínas solúveis (6 a 8 g L⁻¹), os lipídios (4 a 5 g L⁻¹) e os sais minerais (8% a 10% da matéria seca). Os sais minerais são principalmente NaCl e KCl (mais de 50%), os sais de cálcio (principalmente de fosfato), e outros. O soro também contém quantidades significativas de ácido lático e ácido cítrico, compostos nitrogenados não-proteicos (como ureia e ácido úrico) e vitaminas do grupo B. De acordo com o processo de produção e de coagulação de caseína, o soro de leite é dividido em dois tipos: soro ácido, que tem valor de pH inferior a 5, e soro doce, com valor de pH entre 6 e 7. O soro ácido geralmente contém menos proteínas e, por causa do sabor ácido e do alto teor de sal, é utilizado com limitações em alimentação humana e animal (vários autores citados por Chatzipaschali e Stamatis, 2012).

Na indústria alimentícia, ele pode ser utilizado na produção de bebidas lácteas e queijo ricota (Silva, 2000), pode ter uso direto na alimentação animal ou como fertilizante orgânico, e pode ser processado para obtenção de lactose, proteínas, etanol ou metano (González Siso, 2010). Apesar dos vários usos, dos cerca de 160 milhões de toneladas de soro produzidos por ano no mundo (Guimarães et al., 2010), cerca de 50% são descartados diretamente no

ambiente, o que representa risco ambiental e perda de recursos (CHATZIPASCHALI; STAMATIS, 2012).

A quantidade de soro produzida por ano é estimada com base na relação 1 kg de queijo para 9 kg de soro (SILVA, 2009). Nos Estados Unidos, no ano de 1993, foram produzidos 23 bilhões de litros de soro e, dependendo da localidade, de 20 a 100% da quantidade produzida foi aplicada no solo, com finalidade agrícola ou de descarte (ROBBINS; LEHRSCHE, 1998).

No Brasil a produção de queijos no ano de 2012 foi de 790.323 toneladas (Revista Laticínios, 2013), o que permite estimar aproximadamente 7,1 bilhões de litros de soro. Do total produzido, muito pouco é reutilizado na indústria brasileira de alimentos, porque a alta porcentagem de água presente no soro inviabiliza economicamente sua desidratação (HOSSEINI et al., 2003). Deste modo, a aplicação no solo pode ser uma alternativa viável, desde que as doses e a frequência de aplicação sejam estabelecidas com base em critérios técnicos que resultem em aumento/manutenção da qualidade do solo e da água e, também, da produtividade da cultura.

Na composição do soro de leite há dois nutrientes presentes em maior concentração, N e K, mas o P e o Ca também ocorrem em concentrações de interesse agrícola. Gheri et al. (2003) apresentaram a seguinte caracterização para o soro de leite resultante da fabricação de queijo *petit suisse*: pH, 4,4; C orgânico, 25 g L⁻¹; N, 0,6 g L⁻¹; K, 1,6 g L⁻¹; P, 0,6 g L⁻¹; Ca, 1,0 g L⁻¹; Mg, 0,1 g L⁻¹; e S, 0,05 g L⁻¹. Com aplicação de 0; 145.000; 290.000; 435.000 e 580.000 L ha⁻¹ do soro de queijo *petit suisse* os autores obtiveram produção máxima de matéria seca de capim-tanzânia com 390.000 L ha⁻¹. Santos et al. (2013) avaliaram efeito de doses de soro de leite variando de 0 a 400 m³ ha⁻¹, aplicadas em dois ciclos de crescimento de capim-mombaça, com intervalo de 28 dias. Em função dos resultados obtidos os autores concluíram que a aplicação do soro pode substituir completamente a adubação potássica e parcialmente a adubação fosfatada. Na avaliação dos atributos químicos do solo após o quarto ciclo de crescimento do capim foi observado aumento dos teores de P disponível, K⁺ e Ca²⁺ trocáveis em função das doses de soro. Nas plantas houve melhora na qualidade nutricional associada com aumento nos teores de proteína bruta e na concentração de P na matéria seca.

Há relatos de efeitos benéficos da aplicação de soro também para outras gramíneas. A aplicação de até 160.000 L ha⁻¹ de soro, na presença de adubação NPK e ausência, resultou em aumento de cerca de 400% nos teores de K do solo, e de 250% do P disponível, em relação ao tratamento testemunha e, como consequência, houve aumento na produção de matéria seca de plantas de milho (Miguel et al., 2008). Aplicado em solo cultivado com milheto forrageiro (*Pennisetum glaucum* L.), foi observado maior crescimento das plantas

com a dose de soro que forneceu 50 kg ha^{-1} de K_2O . Doses de soro equivalentes a 200 e 300 kg ha^{-1} de K_2O causaram diminuição na altura das plantas (MENDES et al., 2010).

Morrill et al. (2012) conduziram experimento em vasos com sorgo e milho forrageiro, usando aplicação única ou parcelada de 0; 167.000; 333.000; 667.000 e 1.000.000 L ha^{-1} de soro, doses baseadas na concentração de K ($1,5 \text{ g L}^{-1}$). A aplicação parcelada deu melhores resultados que a aplicação única para o milho e a máxima produção de matéria seca foi obtida com $374.000 \text{ L ha}^{-1}$. Para o sorgo, os melhores resultados foram obtidos com aplicação única e a produção máxima de matéria seca foi atingida com $719.000 \text{ L ha}^{-1}$. Acima das doses citadas a diminuição do crescimento das plantas foi associada com aumento da concentração salina, uma vez que as quantidades de K aplicadas foram muito altas.

As doses de soro já avaliadas na literatura são muito variáveis e, ao estabelecimento de doses e critérios de aplicação está vinculado o sucesso do uso agrícola do resíduo. Há necessidade de, ao longo do tempo, gerar banco de dados que permita estabelecimento de normas de uso para o soro, como as que já existem para lodo de esgoto (CONAMA, 2006) e vinhaça (CESTESB, 2006).

2. Objetivo Geral

Avaliar os atributos químicos de um Latossolo Vermelho distrófico, em relação à aplicação de doses de soro ácido de leite combinadas com N-ureia em diferentes épocas de amostragem.

3. Objetivo Específico

Avaliar os teores de N-NH_4^+ , N-NO_3^- , N-mineral e Na^+ em um Latossolo Vermelho distrófico, sob o cultivo de milho para grãos.

4. Material e Métodos

As análises serão realizadas no laboratório do Instituto Municipal de Bebedouro – IMESB, e do Laboratório de Fertilidade do Solo FCAV/UNESP. As variáveis analisadas serão derivadas de um experimento instalado no ano agrícola de 2011/2012 na Fazenda São Matheus, município de Frutal (MG), com a cultura do milho para grãos, em Latossolo Vermelho distrófico textura média (EMBRAPA, 2013). As coordenadas do local são $19^\circ 52' 9''$ de latitude sul e $49^\circ 7' 45''$ de longitude oeste, a altitude é de 536 m e o clima é Aw, equatorial com inverno seco (RUBEL; KOTTEK, 2010).

A área experimental foi demarcada e a coleta de amostra de solo foi feita nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, com enxadão. As amostras foram compostas de 20 subamostras e foram encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade de Solo da FCAV/UNESP. No laboratório as amostras foram secas, destorroadas, passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha e submetidas à análises químicas (RAIJ et al., 2001) e à determinação da granulometria (CAMARGO et al., 2009). Os resultados da caracterização do solo da área estão na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e granulometria do solo da área do experimento.

Prof.	P- resina	MO	pH CaCl ₂	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Al ³⁺	SB	CTC	V
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³		----- mmol _c dm ⁻³ -----							%
0-20	2	17	4,0	0,6	2	1	47	11	4	51	7
20-40	1	10	4,1	0,3	1	0,3	34	10	2	36	4
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻	Areia	Silte	Argila		
	----- mg dm ⁻³ -----						----- g kg ⁻¹ -----				
0-20	0,18	0,8	32	4,3	0,4	9	780	40	180		
20-40	0,08	0,6	12	2,4	0,1	9	750	20	230		

O experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso, com dez tratamentos e seis repetições, totalizando 60 parcelas. Os tratamentos resultaram da combinação de cinco doses de nitrogênio (N-ureia) aplicadas em cobertura, na ausência e presença de soro ácido de leite. As doses de N-ureia em cobertura foram 0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹ de N. A dose de soro aplicada foi equivalente a 62.500 L ha⁻¹, calculada para aplicar de 50 a 75 kg ha⁻¹ de N na forma de soro, admitindo concentração de N total no soro de 0,8 a 1,2 g L⁻¹.

As parcelas foram constituídas por 8 linhas de plantas com 6 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,8 m, totalizando 38,4 m². A área útil de cada parcela foi constituída pelas 6 linhas centrais, desprezando 1 m em cada extremidade, totalizando 19,2 m².

A adubação no sulco foi feita de acordo com a análise de solo, com meta de produtividade de 6 a 8 t ha⁻¹ de grãos, o que resultou na aplicação de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 50 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), segundo recomendação de Raij e Cantarella (1996). As doses de N em cobertura, de acordo com o tratamento, foram parceladas em duas vezes, aos 15 e 30 dias após a emergência das plantas, nos estádios vegetativos V3 e V6, respectivamente. Em cada adubação foi aplicada metade da dose.

O soro de leite foi aplicado três dias após a primeira adubação nitrogenada, nos dias 19 e 20-01-2012. A distribuição foi feita manualmente, com regadores com capacidade para 10

L. Em cada linha foram aplicados, ao lado das plantas, 30 litros de soro, totalizando 240 litros por parcela.

O soro ácido de leite utilizado foi originado de processo de fabricação de queijo em que não é feita adição de sal. No dia da aplicação foi feita coleta de amostra do soro, que foi conservada em geladeira até a caracterização. O valor de pH e os teores de N-NH_4^+ e N-NO_3^- foram determinados na amostra *in natura* e as concentrações de carbono orgânico (CO), de Na e dos macronutrientes foram quantificadas em extratos de digestão ácida. As formas minerais de N foram determinadas por destilação direta, usando óxido de magnésio na determinação de N-NH_4^+ e liga de Devarda na de N-NO_3^- , seguindo procedimento análogo ao que é usado para extratos de solo (CANTARELLA; TRIVELIN, 2001). A determinação do CO foi feita por volumetria, após oxidação do C com dicromato de potássio em meio ácido (BRASIL, 2007). Para determinação de N-total a amostra foi submetida à digestão sulfúrica (TEDESCO et al., 1995) e as concentrações de P, K, Ca, Mg, S e Na foram determinadas em extrato de digestão nítrico-perclórica (CARMO et al., 2000). Os resultados obtidos foram: valor de pH, 3,9; N-NH_4^+ , 27,1 mg L^{-1} ; N-NO_3^- , 2,2 mg L^{-1} ; CO, 17,3 g L^{-1} ; e N, P, K, Ca, Mg, S e Na (teores totais) iguais a, respectivamente, 0,8; 0,3; 1,0; 0,3; 0,05; 0,07 e 0,4 g L^{-1} ; C/N, 22. Considerando a concentração de N do soro (0,8 g kg^{-1}) e a dose utilizada (62.500 L ha^{-1}), foram aplicados 50 kg ha^{-1} de N.

Aos trinta dias e noventa dias após a aplicação de soro foi feita amostragem de solo, dentro da área útil das parcelas. A coleta das amostras foi feita a cerca de 20 cm das linhas de plantas, onde foram aplicados o N-ureia e o soro de leite. As profundidades de coleta foram 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo FCAV/UNESP e armazenadas sob condições de temperatura adequadas para não perder as propriedades químicas até o ano de 2016. A partir destas amostras serão avaliados em relação as épocas de aplicação de soro de leite os seguintes atributos químicos: N-NH_4^+ , N-NO_3^- , N-mineral e Na^+ (RAIJ et al., 2001). Na^+ Por cálculo foram obtidos os valores de N-mineral ($\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-$).

Os dados de análises de solo dentro de cada profundidade, serão submetidos à análise de variância (teste F) e de regressão polinomial segundo delineamento em blocos ao acaso com dez tratamentos (cinco doses de N-ureia combinadas ou não com soro ácido de leite) arranjados em faixas, com seis repetições (BARBOSA; MALDONADO Jr., 2013).

PÚBLICO ALVO

5. Cronograma das atividades

O projeto terá duração de 08 meses e será desenvolvido no período entre 01 de março de 2016 a 28 de fevereiro de 2017, conforme especificado no Edital, com desenvolvimento conforme exposto Cronograma de Execução.

Atividades	Meses							
	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X
Análise de química de N-NH ₄ ⁺ , N-NO ₃ ⁻		X	X					
Avaliação de N-mineral			X					
Análise química de Na ⁺				X				
Análises estatísticas				X	X			
Elaboração de resumo em congresso					X			
Elaboração de relatório técnico							X	X
Atividades acadêmicas/extracurriculares					X		X	X

Referências

BARBOSA, J. C.; MALDONADO Jr., W. **AgroEstat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal, versão 1.1.0.804, 2013.

BRASIL. Instrução Normativa SDA nº 28, de 27 de julho de 2007. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 31 jul. 2007. Seção 1, p.11, 2007.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (Boletim técnico, 106) 2009

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds.) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, p.148-196, 1993.

CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2000. 41p.

CETESB. **Vinhaça – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola**. São Paulo: Cetesb, 2006. 12p. (Norma P4.231)

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação do milho**. Brasília. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/deficiencia/deficiencia.html>>. Acesso em 21 jun. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 375/2006. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf> >. Acesso em: 21 jun. 2014.

CHATZIPASCHALI, A. A.; STAMATIS, A. G. Biotechnological Utilization with a Focus on Anaerobic Treatment of Cheese Whey: Current Status and Prospects. **Energies**, Volos, v. 5, p. 3492- 3525, 2012.

GALLOWAY, J. N.; DENTENER, F. J.; CAPONE, D. G.; BOYER, E. W.; HOWARTH, R. W.; SEITZINGER, S. P.; ASNER, G. P.; CLEVELAND, C. C.; GREEN, P. A.; HOLLAND, E. A.; KARL, D. M.; MICHAELS, A. F.; PORTER, J. H.; TOWNSEND, A. R.; VOROSMARTY, C. J. Nitrogen cycles: past, present, and future. **Biogeochemistry**, Dordrecht v. 70, p. 153-226, 2004.

GHERI, E. O.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Resposta do capim-tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.753-760, 2003.

GHIRBERTO, P. J.; LIBARDI, P. L.; BRITO, A. S.; TRIVELIN, P. C. O. Leaching of nutrients from a sugarcane crop growing on an Ultisol in Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam v. 96, p.1443–1448, 2009.

GUIMARÃES, P. M. R.; TEIXEIRA, J. A.; DOMINGUES, L. Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. **Biotechnology Advances**, Inssue v.28, p.375-384, 2010.

HOSSEINI, S.; SALAMI, H.; GHORBANI, M. Estimating the cost of on-farm soil erosion of wheat cultivated area in Northwest of Iran. **Journal of Agricultural Science Iran**, Teerã, v. 18, p. 943-954, 2003.

KAVACIK, B.; TOPALOGLU, B. Biogas production from co-digestion of a mixture of cheese whey and dairy manure. **Biomass Bioenergy**, Philadelphia v.34, 1321–1329, 2010.

MENDES, G. M. F. ; ROLIM, M. M. ; MORRIL, W. B. B. ; TAVARES, U. E.; BARRETO, M. T. L. ; MAGALHÃES, A.G. . Produção de milho forrageiro (*Pennisetum glaucum* L.) adubado com soro de leite. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão (JEPEX), 10. 2010, Recife. **Resumos**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. Disponível em:<http://www.sigeventos.com.br/jepex/inscricao/resumos/0001/R1356-2.PDF>>. Acesso em: 17 de jun. 2014.

MIGUEL, J. P. R.; MANTOVANI, J. R.; PAIVA, P. H. O. ; MELO, F. G. Uso fertilizante de soro ácido de leite em milho. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 28., 2008, Londrina. **Resumos**. Londrina, SBCS, 2008.

MORRILL, W. B. B.; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, V. S.; ALMEIDA, G. L. P. Produção e nutrientes minerais de milho forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 182–188, 2012.

QUEIROZ, S. F. **Soro ácido de leite associado a doses de nitrogênio na cultura do milho**. 2013. 38f. Jaboticabal (Mestrado em Ciência do Solo). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp, Jaboticabal, SP, 2013.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Eds.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agronômico. 235p., 2001.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico; Fundação IAC, 1996. p.56-59. (Boletim técnico, 100)

ROBBINS, C. W.; LEHRSCHE, G. A. Cheese whey as a soil conditioner. In: WALLACE, A.; TERRY, R. (Eds). **Handbook of soil conditioners: Substances that enhance the physical properties of soil**. New York: Marcel Dekker, 1998. p. 167-185.

ROBERTSON, G. P.; VITOUSEK, P. M. Nitrogen in agriculture: balancing the cost of a essential resource. **Annual Review of Environment and Resources**, v.34, p.97-125, 2009.

SANTOS, P. M.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. E. C. Resíduo de laticínio em pastagem de capim Mombaça: atributos químicos da forragem e do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, p.377-390, 2013.

SILVA, M. R. **Efeito de uma bebida láctea fermentada e fortificada com ferro no estado nutricional de ferro em pré-escolares**. 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

SILVA, N. C. L. **Mobilidade e distribuição de solutos de soro de leite em colunas de solo**. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia – UFRS, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5)

VASCONCELLOS, C. A.; VIANA, M. C. M.; FERREIRA, J. J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 33, p. 1835-1945, 1998.