



Efeito de soro ácido de leite na produção de milho⁽¹⁾

Samira Furtado de Queiroz⁽²⁾; Mara Cristina Pessoa da Cruz⁽³⁾; Manoel Evaristo Ferreira⁽⁴⁾; Walter Maldonado Júnior⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Catupiry® Laticínios, Coragro Produtos Agrícolas, Dow AgroSciences e Fertilizantes Heringer.

⁽²⁾ Doutoranda da PPG em Agronomia (Ciência do Solo); Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP, Jaboticabal, SP, (samirafurtado26@gmail.com), bolsista Capes; ⁽³⁾ Professora Assistente Doutora, FCAV/Unesp (mcpacruz@fcav.unesp.br); ⁽⁴⁾ Professor Titular Aposentado, FCAV/Unesp (evaristo@fcav.unesp.br); ⁽⁵⁾ Doutorando PPG em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV/Unesp, (walter@ra.com.br), bolsista CNPq.

RESUMO:

O soro ácido de leite é um resíduo orgânico com características interessantes para uso como fertilizante. O objetivo com este trabalho foi avaliar a produção de grãos de milho em resposta a aplicação de doses de soro ácido de leite. O experimento foi instalado em Frutal-MG, em Latossolo Vermelho textura média. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com cinco doses de soro e cinco repetições. As doses de soro de leite foram iguais a 0, 62.500, 125.000, 187.500, 250.000 L ha⁻¹ as quais foram aplicadas em cobertura aos 15, 30, 45 dias após a semeadura. A dose de soro ácido de leite que resultou na produção máxima de grãos de milho foi de 96.154 L ha⁻¹. Doses de soro ácido de leite maiores que 96.154 L ha⁻¹, em condição de déficit hídrico, podem levar a diminuição de produção de milho por aumento da salinidade.

Termos de indexação: adubo orgânico, indústria laticinista e redução de produção.

INTRODUÇÃO

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 & Topaloglu, 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 láctico 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 & Stamatis, 2012).

Apesar dos vários usos, dos cerca de 160 milhões de toneladas de soro produzidos por ano no mundo (Guimarães et al., 2010), aproximadamente 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).

Para evitar o descarte inadequado e aproveitar os nutrientes presentes no soro, o uso como fertilizante é uma possibilidade a ser considerada. Na composição do soro de leite há dois nutrientes de plantas presentes em maior concentração, N e K, mas o P e o Ca também ocorrem em concentrações de interesse agrícola. 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).

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. Assim, com



o presente trabalho pretende-se avaliar a produtividade de grãos de milho em resposta a doses de soro ácido de leite.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no ano agrícola 2014/2015, na Fazenda São Matheus, município de Frutal (MG), com a cultura de milho para grãos, em Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). O clima é Aw, equatorial com inverno seco (Rubel & Kottek, 2010). Os dados da precipitação pluvial de 30-11-2014 a 14-04-2015 estão na (Figura 1). No período a precipitação total foi 1.005 mm.

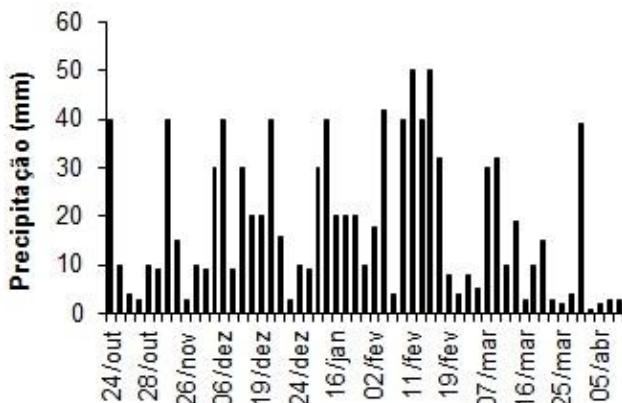


Figura1. Precipitação pluvial, de outubro de 2014 a abril de 2015 na área do experimento na Fazenda São Matheus, município de Frutal (MG).

Os atributos químicos e a granulometria do solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm foram determinados segundo Raij et al. (2001) e Camargo et al. (2009), respectivamente. Os resultados estão na (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos e granulometria do solo da área experimental.

Prof.	P- resina	MO	pH CaCl ₂				
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³					
0-20	3	16	4,1				
20-40	3	13	4,1				
	K⁺	Ca²⁺	Mg²⁺	H+Al	SB	CTC	V
	----- mmol _c dm ⁻³ -----						%
0-20	0,6	4	1	31	6	37	15
20-40	0,4	3	1	28	4	32	4
	Areia	Silte	Argila				
	----- g kg ⁻¹ -----						
0-20	730	20	250				
20-40	730	20	250				

O experimento foi instalado em delineamento em blocos ao acaso com cinco tratamentos (doses de soro ácido de leite) e cinco repetições. As parcelas foram constituídas por cinco linhas de plantas de milho com 6 m de comprimento, espaçadas entre si por 0,8 m e 0,2 m entre as plantas, totalizando 24 m² a parcela. A área útil de cada parcela foi constituída pelas 3 linhas centrais, desprezando 1 m em cada extremidade, totalizando 9,6 m².

A área experimental foi preparada com aração e gradagem. A aplicação de calcário (PRNT=85%) foi feita para elevar o valor de V a 70% (Raij & Cantarella, 1996). A distribuição foi a lanço antes da aração e a incorporação foi feita na camada de 0 a 20 cm. A aplicação de gesso foi feita com base no teor de argila da camada de 20-40 cm (Quaggio & Raij, 1996), a distribuição foi feita a lanço e a incorporação foi feita com grade.

A semeadura do milho foi feita no dia 31-11-2014. A adubação 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 25 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 50 kg ha⁻¹ de K₂O e 4 kg ha⁻¹ de Zn (Raij & Cantarella, 1996).

As doses totais de soro foram 0, 62.500, 125.000, 187.500 e 250.000 L ha⁻¹, as quais foram divididas em três aplicações, aos 15, 30 e 45 dias após a semeadura, nos estádios vegetativos V3, V6 e V8, respectivamente. A distribuição do soro foi feita com regadores de jardim com capacidade para 10 L, a cerca de 10 cm da linha de plantas.

O soro ácido de leite utilizado foi originado do processo de fabricação de queijo tipo requeijão sem adição de sal. Em cada uma das aplicações foi coletada amostra *in natura* e a média dos teores de N obtida das três amostras foi 1,27 g L⁻¹.

Aos 15 dias após a emergência das plantas foi feita aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio) e 1 kg ha⁻¹ de Zn (sulfato de zinco).

A avaliação da produção de grãos foi feita a partir da colheita das espigas das plantas da área útil das parcelas, aos 136 após a semeadura e aos 106 dias da última aplicação de soro ácido de leite. As espigas foram despalhadas manualmente, debulhadas e, em seguida, os grãos foram pesados, homogeneizados e amostrados para a determinação da umidade (Brasil, 2009), a qual foi usada para corrigir os dados de produtividade para 13% de teor de água nos grãos.

Foi feita análise de variância seguida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise de regressão polinomial, testando-se o ajuste dos modelos linear e quadrático aos dados de



produção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resposta do milho às doses de soro foi quadrática e a maior produção foi obtida com aplicação de 96.154 L ha⁻¹ (**Figura 2**). Peterson et al. (1979) relataram maior produção de milho com a dose de 846.000 L ha⁻¹ de soro. A diferença nas doses de máxima resposta está associada, provavelmente, às concentrações de nutrientes do soro e às características dos solos. No presente trabalho, com o uso do resíduo foram aplicados 80, 158, 235 e 317 kg ha⁻¹ de N em cobertura e, com a dose de máxima resposta foram aplicados 122 kg ha⁻¹ de N.

Com base na equação da (**Figura 2**), a diferença de produção entre o tratamento testemunha e as doses de soro de 62.500 e 125.000 L ha⁻¹ foi de 1.055 e 1094 kg ha⁻¹ de grãos, respectivamente, o que representou aumento entre 23 e 24%. Queiroz et.al. (2014), usando 62.500 L ha⁻¹ de soro ácido de leite com 0,8 g L⁻¹ de N e 1,0 g L⁻¹ de K obtiveram aumento na produção de grãos de milho muito próximo ao obtido no presente caso, ou seja, de 938 kg ha⁻¹.

A produção obtida com a dose 187.000 L ha⁻¹ foi equivalente à obtida no tratamento sem aplicação de soro e, na maior dose, a produção diminuiu 1.875 kg ha⁻¹, ou 41% (**Figura 2**). O comprometimento da produção neste caso resultou da combinação de doses altas de soro e estresse hídrico entre os estádios V6 e V8. Com a falta de água deve ter havido acúmulo de sais no solo, particularmente de sais de K, o que chegou a causar queima de folhas e morte das plantas na maior dose de soro. Além do K a salinidade pode também ter sido provocada pela presença de Na no soro porque, embora o soro utilizado tenha sido derivado de processo industrial em que não há utilização de sal, o Na é um componente natural do leite. De acordo com Chatzipaschali & Stamatis (2012), os principais sais minerais do soro são, de fato, o NaCl e o KCl que, juntos, constituem mais de 50% dos sais do produto.. Mendes et. al. (2010) concluíram que doses de soro equivalentes a 200 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O causaram diminuição na altura das plantas.

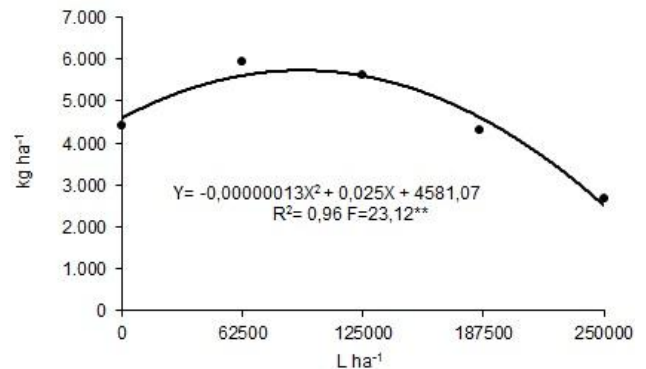


Figura 2 - Produção de milho em função da aplicação de soro ácido de leite em cobertura. ** significativo a 1% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A dose de soro ácido de leite que resultou na produção máxima de grãos de milho foi de 96.154 L ha⁻¹.

Doses de soro ácido de leite maiores que 96.154 L ha⁻¹, em condição de déficit hídrico, podem levar a diminuição de produção de milho por aumento da salinidade.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA), Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399p.
- CANTARELLA, H. & TRIVELIN, P.C.O. Determinação de nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. In: RAIJ, B. van, ANDRADE, J. C., CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. (Eds.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 2001. p. 270-276.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B.van & CAMARGO, C.E.O. Cereais. 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. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. p. 45-71.
- 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; Fundação IAC, 2009. 94 p. (Boletim técnico, 106)
- CHATZIPASCHALI, A.A & STAMATIS, A.G. Biotechnological Utilization with a Focus on Anaerobic Treatment of Cheese Whey: Current Status and Prospects. *Energies, Volos*, 5: 3492- 3525, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de



solos. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. p.197-201.

Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 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*, Issue, 28: 375-384, 2010.

KAVACIK, B. & TOPALOGLU, B. Biogas production from co-digestion of a mixture of cheese whey and dairy manure. *Biomass and Bioenergy*, 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/jepexinscricao/resumos/0001/R1356-2.PDF>>. Acesso em: 14 de jun. 2015.

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.

PETERSON, A.E.; WALKER, W.G. & WATSON, K.S. Effect of whey applications on chemical properties of soils and crops. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Chicago, 27: 654-658, 1979.

QUAGGIO, J.A. & RAIJ, B.van. Correção da acidez do solo. 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.14-19. (Boletim técnico, 100)

QUEIROZ, S.Q.; CRUZ M.C.P.; FERREIRA, M.E, MALDONADO W. J. & KUHNEN, F. Soro ácido de leite associado a doses de nitrogênio em cobertura para produção de milho para grãos. In: FERTBIO-FERTILIDADE E BIOLOGIA DO SOLO: INTEGRAÇÃO E TECNOLOGIAS PARA TODOS. Araxá, 2014. Anais. Araxá: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2014. Disponível em: <http://www.fertbio2014.hospedagemdesites.ws/anais/arquivos_anais/489.Image.Marked.pdf>. Acesso em 21 de mai. 2015.

RUBEL, F.; KOTTEK, M. Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*, 19: 135-141, 2010.

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