

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 30/05/2020.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUTIVIDADE DE MILHO E ATRIBUTOS QUÍMICOS  
DO SOLO EM FUNÇÃO DE APLICAÇÃO DE SORO  
ÁCIDO DE LEITE**

**Samira Furtado de Queiroz**

Tecnóloga em Laticínios

**2018**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PRODUTIVIDADE DE MILHO E ATRIBUTOS QUÍMICOS  
DO SOLO EM FUNÇÃO DE APLICAÇÃO DE SORO  
ÁCIDO DE LEITE**

**Samira Furtado de Queiroz**

**Orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Agronomia (Ciência do Solo)

**2018**

Q3p Queiroz, Samira Furtado  
Produtividade de milho e atributos químicos do solo em função de aplicação de soro ácido de leite / Samira Furtado de Queiroz. – – Jaboticabal, 2018  
iii, 54 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018

Orientadora: Mara Cristina Pessôa da Cruz

Banca examinadora: Felipe Batistella Filho, Manoel Evaristo Ferreira, Itamar Andrioli, José Ricardo Mantovanni

Bibliografia

1. Resíduo orgânico. 2. Nitrogênio. 3. Potássio. 4. Sódio. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.41:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

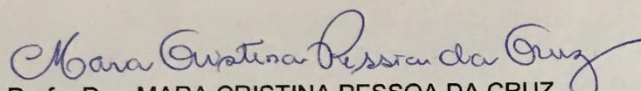
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

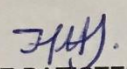
TÍTULO DA TESE: PRODUTIVIDADE DE MILHO E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DE APLICAÇÃO DE SORO ÁCIDO DE LEITE

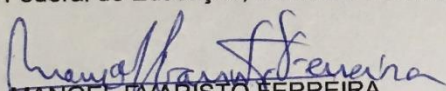
**AUTORA: SAMIRA FURTADO DE QUEIROZ**

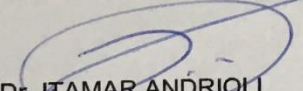
**ORIENTADORA: MARA CRISTINA PESSOA DA CRUZ**

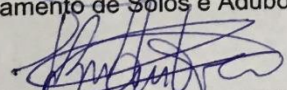
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

  
Profa. Dra. MARA CRISTINA PESSOA DA CRUZ  
Departamento de Solos e Adubos / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. FELIPE BATISTELLA FILHO  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo / Campus Matão/SP

  
Prof. Dr. MANOEL EVARISTO FERREIRA  
Departamento de Solos e Adubos / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. ITAMAR ANDRIOLI  
Departamento de Solos e Adubos / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Prof. Dr. JOSÉ RICARDO MANTOVANI  
Instituto de Ciências Agrárias / UNIFENAS - Alfenas/MG

Jaboticabal, 30 de maio de 2018

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**SAMIRA FURTADO DE QUEIROZ** – nascida em 06 de março de 1987, na cidade de Frutal - MG, graduou-se em Ciência e Tecnologia de Laticínios pela Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG), Câmpus Frutal, em janeiro de 2010. Em 2010 ministrou aulas no curso técnico da escola UNITEC, nas disciplinas de Tratamentos de Resíduos e Efluentes em Indústrias Agrícolas, Agronegócios, Marketing e Mecanização Agrícola. No ano de 2011 concluiu curso de Pós-Graduação *Lacto Sensu* em Controle de Qualidade na Indústria de Alimentos, na Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU). Em 2013, concluiu o curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP. Durante o mestrado foi professora de Práticas Laboratoriais no curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Ciência e Tecnologia de Laticínios e Tecnologia em Produção Sucroalcooleira na Universidade do Estado de Minas Gerais, Câmpus Frutal – MG. No ano de 2014, ingressou no curso de Doutorado, no Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP, e durante o doutorado foi bolsista CAPES.

## **DEDICO**

Com o mais profundo respeito pela vida e pela memória de Conrado Barcelos de Queiroz, que escrevo estas páginas e as dedico à minha maior inspiração, meu pai, minha motivação, responsável pelas maiores qualidades em mim existentes. A Jacira Furtado Ferreira de Queiroz, minha mãe, minha vida e meu maior amor. Parte de todo resultado deste trabalho árduo devo a sua ajuda.

À Professora Mara e ao Professor Manoel Evaristo, pelo amor, carinho, empenho e dedicação em transmitir as experiências profissionais, e principalmente pelas palavras confortantes nos momentos de dor e desespero de minha vida.

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por proporcionar esta oportunidade.

À minha família, que não mediu esforços para me ajudar; devo a ela tudo o que tenho e o que sou.

Às empresas Catupiry® Laticínios, pelo fornecimento do soro de leite, à Coragro Produtos Agrícolas, pela doação dos insumos, e à Dow AgroSciences pela doação das sementes de milho.

Aos meus amigos do Laboratório de Fertilidade do Solo, da FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal, que sempre estiveram por perto, me auxiliando e compartilhando o aprendizado comigo.

Aos amigos Aline Carla T. Bettiol e Lucas Boscov Braos, pelo carinho, paciência e ajuda em todo o desenvolvimento do trabalho.

Ao estagiário Bruno Mendonça, pelo apoio e ajuda durante a execução das análises químicas realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo na FCAV/UNESP.

Ao Leonardo Ferreira do Carmo e sua família, por terem cedido a área experimental para a instalação do experimento.

Ao professor Itamar Andrioli, pelo carinho e ajuda durante todos os anos acadêmicos em que estive na FCAV/UNESP.

Ao professor Edimar Rodrigues Soares, pelo apoio e auxílio na execução do trabalho científico.

A todos que contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito Obrigada!!!



## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
SUMMARY.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Caracterização e histórico da área.....	8
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	9
3.3 Caracterização do soro ácido de leite.....	9
3.4 Preparo do solo e correção da acidez.....	10
3.5 Instalação, condução e colheita dos experimentos.....	10
3.6 Amostragem de solo.....	13
3.7 Precipitação pluvial durante a condução dos experimentos.....	13
3.8 Análise dos dados.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Atributos químicos do solo.....	16
4.2 Concentrações de nutrientes e sódio nas folhas de milho.....	37
4.3 Produtividade de grãos de milho.....	46
5 CONCLUSÕES.....	48
6 REFERÊNCIAS.....	48

## PRODUTIVIDADE DE MILHO E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM FUNÇÃO DE APLICAÇÃO DE SORO ÁCIDO DE LEITE

**RESUMO** – O soro ácido de leite é um resíduo produzido em grande quantidade no Estado de Minas Gerais e em outros estados do Brasil, que pode ser utilizado como fertilizante. Os objetivos com este trabalho foram avaliar os atributos químicos do solo e a resposta de produtividade do milho à aplicação de soro ácido de leite. O experimento foi instalado em Frutal-MG, em Latossolo Vermelho distrófico de textura média, e conduzido nos anos agrícolas 2014/2015 e 2015/2016, nas mesmas parcelas. O delineamento foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos (doses de soro) e cinco repetições. As doses totais de soro foram equivalentes a 0, 62.500, 125.000, 187.500 e 250.000 L ha<sup>-1</sup> por ano, as quais foram divididas em três aplicações, aos 15, 30 e 45 dias após a semeadura de milho, nos estádios V2, V4 e V6. Foram avaliados atributos químicos do solo, estado nutricional da planta e produtividade de grãos. Os valores de pH (CaCl<sub>2</sub>) aumentaram e os teores de (H+Al) diminuíram em função das doses de soro na camada de 0-20 cm. As bases trocáveis aumentaram no solo, no primeiro ano, pela aplicação do soro ácido de leite, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm. No segundo ano, os teores de K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis aumentaram pela aplicação do soro, mas foram menores em relação ao primeiro ano, apesar das duas aplicações de soro, o que evidencia baixo efeito residual do soro quando aplicado em solos com CTC baixa, como o Latossolo no qual o experimento foi instalado. Da diminuição do (H+Al) e do aumento das bases resultou aumento nos valores de V% em ambas as camadas. As formas de N-mineral, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, aumentaram nos dois anos agrícolas na camada de 20-40 cm com a aplicação do soro de leite. Os teores de Na<sup>+</sup> não atingiram valores críticos, tanto no solo quanto nas plantas. Conclui-se que o soro ácido de leite proporcionou ganhos nas condições de fertilidade do solo, mas apesar de ter havido entrada de grandes quantidades de nutrientes via soro no ambiente de produção, houve efeito na produtividade de milho apenas no primeiro ano, com aumento na produção de grãos de 487 kg ha<sup>-1</sup> com aplicação de 85.000 L ha<sup>-1</sup> de soro.

**Palavras-chave:** resíduo orgânico, nitrogênio, potássio, sódio.

## MAIZE YIELD AND CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL AS A FUNCTION OF ACID WHEY APPLICATION

**SUMMARY** - Acid whey is a residue produced in large quantities in the State of Minas Gerais and in other states of Brazil, which can be used as fertilizer. The objectives of this research were to evaluate the chemical attributes of the soil and a maize yield response to the application of milk acid whey. The experiment was installed in Frutal-MG, in a typic Haplustox, and conducted in the agricultural years 2014/2015 and 2015/2016, in the same plots. The experimental design was randomized blocks, with five treatments (whey doses) and five replicates. The total doses of acid whey were equivalent to 0, 62,500, 125,000, 187,500 and 250,000 L ha<sup>-1</sup> per year, and they were divided into three applications at 15, 30 and 45 days after maize sowing at stages V2, V4 and V6. Soil chemical attributes, plant nutritional status and grain yield were evaluated. The pH (CaCl<sub>2</sub>) values increased and the (H+Al) contents decreased as a function of the whey doses in the 0-20 cm layer. The exchangeable bases increased in the soil, in the first year, by the application of acid whey, in the layers of 0-20 and 20-40 cm. In the second year, the levels of exchangeable K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> increased with application of acid whey, but were lower in relation to first year, despite the two whey applications, which shows low residual effect of the whey when applied in soils with low CEC, as the Haplustox where the experiment was carried out. The increase of the bases and the decrease in the acids increase the values of bases saturation degree in both layers. The mineral-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup> forms, increased in two years in the 20-40 cm layer with a whey application. The Na<sup>+</sup> contents did not reach critical values, both in the soil and in the plants. It was concluded that the acid whey provided gains in the soil fertility conditions, but despite the input of large amounts of nutrients via whey in the production environment, there was effect on maize yield only in the first year, with an increase in grain yield of 487 kg ha<sup>-1</sup> with application of 85,000 L ha<sup>-1</sup> of whey.

**Key words:** organic waste, nitrogen, potassium, sodium.

## 1 INTRODUÇÃO

As produções estimadas de leite e de queijo no Brasil, no ano de 2017, foram de 35 milhões de toneladas e 795,98 mil toneladas, respectivamente (CONAB, 2017). Para cada 1 kg de queijo produzido são gerados 9 litros de soro (LIMA; ROCHA, 2016), e com base na estimativa de produção de queijo de 2017, obtém-se o volume de 7,2 bilhões de litros de soro gerados no ano. Por mais que este subproduto seja utilizado para alimentação animal e em produtos alimentícios, o alto custo para a concentração do soro limita seu uso como alimento.

Na maioria das vezes os laticínios não conseguem dar vazão a toda produção de soro, o que pode levar ao descarte incorreto. Isso torna importante a proposição de alternativas adequadas para o seu aproveitamento, entre elas, o uso como fertilizante orgânico. Na composição do soro têm-se vários nutrientes de plantas, com maiores concentrações de N e K.

A utilização do soro de leite como fonte alternativa para o fornecimento de nutrientes é aplicável em todas as regiões do País, mas pode ser mais importante onde predomina a agricultura familiar, com produção de milho para grãos e silagem, ou cultivo de gramíneas forrageiras. Goiás e Minas Gerais são os estados onde se concentram as maiores produções de queijo do País e nestes estados, particularmente em Minas Gerais, parte significativa da produção de queijos é artesanal, em propriedades pequenas. Saber reciclar os nutrientes de forma correta dentro destas propriedades é uma forma de manter a produção sustentável e garantir a permanência dos produtores dentro da atividade.

O soro é produzido em grande quantidade e descartado na maioria das indústrias laticinistas do País. Em regiões onde há predominância de solos pobres e ácidos, com agricultura de baixo nível tecnológico, a utilização do soro, somada a práticas de correção de acidez e de fornecimento de nutrientes a partir de outras fontes, pode ser uma forma de alterar a realidade local, mas que precisará de suporte técnico, uma vez que o uso equivocado pode resultar em descrédito para a forma de manejo proposta e em perda da qualidade do ambiente.

Visando os efeitos benéficos que o soro de leite pode proporcionar às culturas, partiu-se no presente estudo da hipótese que o soro de leite aumenta a produtividade de grãos de milho.

Diante do exposto, os objetivos com este trabalho foram avaliar os atributos químicos do solo e a resposta de produtividade de milho à aplicação de soro ácido de leite, em experimento conduzido em Frutal-MG.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o soro ácido de leite proporcionou ganhos nas condições de fertilidade do solo, e no primeiro ano agrícola ocorreu aumento da produção de 487 kg ha<sup>-1</sup> na dose de 85.000 L ha<sup>-1</sup>. Apesar de terem sido aplicadas grandes quantidades de nutrientes via soro ácido de leite no ambiente de produção, não ocorreu efeito estatístico na produtividade de grãos de milho no segundo ano agrícola.

## 6 REFERÊNCIAS

ACIEGO PIETRI, J. C.; BROOKES, P. C. Relationships between soil pH and microbial properties in a UK arable soil. **Soil Biology and Biochemistry**, New York v. 40, p. 1856-1861, 2008.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2015. 480 p.

ALMEIDA, A. C. S., BONIFÁCIO, J.; PUSCH, M.; OLIVEIRA, F. C.; GESINHOFF, L. O.; BISCARO, G. A. Produtividade e eficiência de uso da água em milho cultivado com diferentes estratégias de manejo hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 3, p. 1448-1457, 2017.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO Jr., W. **Experimentação agrônômica & Agro Estat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Multipress, 2015: 396.

BARROS, R. P.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA, T. L.; SOUZA, R. M.; BARBOSA, L.; VIÉGAS, R. A.; BARRETTO, M. C. V.; MELO, A. S. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 341-346, 2010.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA), Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399p.

BRASIL, R. B.; NICOLAU, E. S.; CABRAL, J. F.; SILVA, M. A. P. Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 25, n. 2, p. 71-80, 2015.

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 Agronômico de Campinas**. Campinas: Instituto Agronômico; Fundação IAC, 2009. 94 p. (Boletim técnico, 106)

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 Agronômico; Fundação IAC, 2001. p. 270-276.

CARDOSO, G. S. P. **Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado e soros dos queijos minas frescal e mussarela estocados sob diferentes temperaturas**. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

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.

CARVALHO, F. A.; PRAZERES, A. R.; RIVAS, J. B. A. CHEESE WHEY WASTEWATER: characterization and treatment. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 445-446, p. 385 a 396, 2013.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; PITTA, V. E.; ALVES, V. M. C. **Cultivo do milho: diagnose foliar do estado nutricional da planta**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; 2002. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 45).

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Vinhaça – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola**. São Paulo: Cetesb, 2006. 12p. (Norma P4.231)

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 375/2006**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/post/conama/legiano/>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, terceiro levantamento (Safra 2017/18)**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253>>. Acesso em: 19 dez.2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Conjunta mensal: Leite e derivados**, 2017. Disponível: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_05\\_15\\_14\\_13\\_38\\_leite\\_abril\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_15_14_13_38_leite_abril_2017.pdf)>. Acesso: 05 de abr.2018.

DEBRUIN, J.; BUNTZEN, S. (2015) Nitrogen uptake in corn. Crop **Insights**. DuPont Pioneer, Johnston, IA. Disponível: <<https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/library/n-uptake-corn/>>. Acesso: 25 de jun.2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. p.183.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). **Safra mundial do milho 2017/18: 6º Levantamento do USDA**. São Paulo: Deagro, 2017. p 1. (Boletim informativo). Disponível em: <<http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2017/09/boletimmilhooutubro2017pdf.pdf>>. Acesso em: 19 de dez.2017.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L. Percentagem de recuperação de nitrogênio pelo milho, para diferentes doses e parcelamentos do fertilizante nitrogenado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 03, 2007.

FREITAS, F. C.; PRESOTTO, R. A.; GENÚNCIO, G. C.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B, ZONTA, E. pH, sódio, potássio, cálcio, magnésio e alumínio em solos contaminados com fluido de perfuração de poços de petróleo após ensaios de lixiviação. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n.8, p. 1418-1423, 2015.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?&t=o-que-e>>. Acesso em: 18 dez.2017.

KAVACIK, B.; TOPALOGLOB. Biogas production from co-digestion of a mixture of cheese whey and dairy manure. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 33, p. 1321 a 1329, 2010.



KETTERINGS, Q.; CZYMMEK, K.; GAMI, S.; GODWIN, G.; GANOE, K. **Guidelines for Land Application of Acid Whey**. Department of Animal Science Publication Series N°247, 2017, p.18.

KUHNEN, F. **Mineralização do nitrogênio do soro ácido de leite**. 2010. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2010.

LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; TARSITANO, M. A. A.; SÁ, M. E.; JÚNIOR, F. G. G. Viabilidade econômica da rotação de culturas e adubos verdes antecedendo o cultivo do milho em sistema de plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, 2005.

LEHRSCHE, G. A.; ROBBINS, C. W.; BROWN, M. J. Whey utilization in furrow irrigation: Effects on aggregate stability and erosion. **Bioresource Technology**, Essex, n. 99, p. 8458–8463, 2008.

LIMA, F. R.; ROCHA, L. O. F. Aproveitamento do soro de leite proveniente da produção do queijo do serro para fabricação de doce de leite: viabilidade econômica. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 2, p. 83-93, 2016.

LOPES, A. S. **Solos sob cerrado: características, propriedades e manejo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1983.

MAGALHÃES, K. T.; DRAGONE, G.; PEREIRA, G. V. M.; OLIVEIRA, J. M.; DOMINGUES, L.; TEIXEIRA, J. A.; SILVA, J. B. A.; SCHWAN, R. F. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, v. 126, p. 249-253, 2011.

MANTOVANI, J. R.; CARRERA, M.; LANDGRAF, P. R. C.; MIRANDA, J.M. Soro ácido de leite como fonte de nutrientes para o milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n. 4, p.324-329, 2015.

MODLER, H. W. The use of whey as animal feed and fertilizer. **Bulletin of the International Dairy Federation**, n. 212, p.111-124, 1987.

MORRILL, W. B. B.; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E. M.; 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.

OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, I. B. Soro de leite: um subproduto valioso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juíz de Fora, v. 67, n. 385, p. 64-71, 2012.

PAULA, L.; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E.; SOARES, T. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, E. F. F. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo

hidropônico com soro de leite bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.931-939, 2011.

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, v. 27, p. 654-658, 1979.

PLÉNET D, LEMAIRE G. Relationship between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. *Plant and Soil*, 1999; 216: 65-82.

POPPIA, F. A.; COSTAB, M. R.; RENSISC, C. M. V. B; SIVIERID, K. Soro de Leite e Suas Proteínas: Composição e Atividade Funcional. **UNOPAR – Científica. Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 31-70, 2010.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: a review. **Journal of Environmental Management**, Madison, v. 110, p. 48-68, 2012.

QARYOUTI, M.; BANI-HANI, N.; ABU-SHARAR, T. M; SHNIKAT, I.; HIARI, M.; RADIADDEH M. Effect of using raw waste water from food industry on soil fertility, cucumber and tomato growth, yield and fruit quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.193, n. 200, p. 99-104, 2015.

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 Agrônomo; Fundação IAC, 1997. p.14-19. (Boletim técnico, 100)

QUEIROZ, S. F.; FERREIRA, O. E.; MATA, J. F. Produção de leite e queijo bovino da indústria laticinista Miraleite\* no triângulo mineiro. **Caderno de Pós Graduação da FAZU**, Uberaba, v. 2, p. 1-5, 2011.

QUEIROZ, S. F. **Soro ácido de leite associado a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. 2013. 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, "Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2013.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2017. 420p.

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. 235p.

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 Agrônomo; Fundação IAC, 1997. 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.

RODRIGHERO, M. B.; BARTH, G.; CAIRES, E. F. Aplicação superficial de calcário com diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema plantio direto: Comissão 3.2 - Corretivos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, p. 1723-1736, 2015.

RODRIGUES, M. B.; BOAS, M. A. V.; CLAUDIA, S. C. S.; SIMONE, D. F. R. G. Efeitos de fertirrigações com águas residuárias de laticínio e frigorífico no solo e na produtividade da alface. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 3, p.173-182, 2011.

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

RUIZ, J. G. C. L. **Mineralização do soro ácido de leite em função do pH do solo**. 2012. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2012.

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**, v. 34, n. 1, p. 377-390, 2013.

SECRETARIA DE PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS (SPAMG). Milho. Imprensa oficial do Estado, p. 25, 2017. Disponível em: <[http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq\\_Relatorios/Agricultura/2017/Mar/perfil\\_milho\\_mar\\_2017.pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Agricultura/2017/Mar/perfil_milho_mar_2017.pdf)>. Acessado em 09 de dezembro de 2017.

SILVA, A. P. M.; BONO, J. A. M.; PEREIRA, F. A. R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 38-43, 2014.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. D. C.; SCOPEL, E.; COSTA JUNIOR, C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 709-717, 2009.

SIQUEIRA, A. M. O.; MACHADO, E. C. L.; STAMFORD, T. L. M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, v.43, p.1693-1700, 2013.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, 2003.

SPADOTI, L. M.; VIEIRA, M. C.; CAVICHIOLO, J. R.; GOMES, R. A. R.; ZACARCHENCO, P. B.; ALVES, A. T. S. Análise comparativa e viabilidade econômica da produção industrial de queijo minas frescal tradicional e light com diferentes teores de concentrado proteico de soro. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 14-26, 2016.

TORRES, F. E.; SOUZA, L. C.; ANDRADE, L. H.; PEDROSO, F. F.; MATOSO, A. D. O.; TORRES, L. D.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. Influência da cobertura do solo e doses de nitrogênio na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 1, p. 36-41, 2014.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: (Eds.) Nutrição Mineral de Plantas. (ed. FERNANDES, M. S.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006 p.299-325.

YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 2005.

ZANDONÁ, R. R.; BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; BARRETO, C. F.; SCHMID, M. R. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 128-137, 2015.