



**BRUNO MANOEL REZENDE DE MELO**

**POTENCIAL USO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS  
AGROINDUSTRIAIS NAS CULTURAS DO ARROZ E  
BRACHIARIA**

**LAVRAS – MG  
2018**

**BRUNO MANOEL REZENDE DE MELO**

**POTENCIAL USO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROINDUSTRIAIS NAS  
CULTURAS DO ARROZ E BRACHIARIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Profa. Dra. Flavia Barbosa Silva Botelho  
Orientadora

**LAVRAS – MG  
2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Melo, Bruno Manoel Rezende de.

Potencial uso de resíduos orgânicos agroindustriais nas culturas do arroz e brachiaria / Bruno Manoel Rezende de Melo. – 2018.

61 p. : il.

Orientadora: Flavia Barbosa Silva Botelho.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Borra de café. 2. Alelopatia. 3. Urina bovina. I. Botelho, Flavia Barbosa Silva. II. Título.

**BRUNO MANOEL REZENDE DE MELO**

**POTENCIAL USO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS AGROINDUSTRIAIS NAS  
CULTURAS DO ARROZ E BRACHIARIA**

**POTENTIAL USE OF AGRICULTURAL ORGANIC WASTE IN RICE AND  
BRACHIARIA CULTURES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADO em 16 de agosto de 2018.

Dra. Moizés de Sousa Reis	EPAMIG
Prof. Dr. Mateus Pimentel de Matos	UFLA
Prof. Dr. Guilherme Lopes	UFLA
Dra. Milene Alves de Figueiredo Carvalho	EMBRAPA

Profa. Dra. Flavia Barbosa Silva Botelho  
Orientadora

**LAVRAS-MG  
2018**

A Marta, minha mãe, por todo esforço em conduzir minha educação;

Benedito, meu pai, pelo pouco que conheci a sua memória;

Isaac, meu pai, pela contribuição em minha vida;

Meus irmãos, Alan e Carolina e avôs pela amizade e apoio;

Amigos e a todos que compartilham da minha jornada.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de vivenciar este aprendizado e pela proteção a cada momento;

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela excelência no aprendizado;

A Profa. Flavia Barbosa Silva Botelho por sua dedicação e flexibilidade;

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia/Fitotecnia;

A todos os professores que, de alguma forma, se fizeram mestres na minha jornada;

A Marli, secretária do programa Agronomia/Fitotecnia, por toda a colaboração em todo momento;

A todos os funcionários dos departamentos que contribuíram para o meu aprendizado;

Aos colegas de curso que foram amigos, professores, alunos companheiros nesta caminhada, em especial ao Tácio, que me ajudou fielmente no período em que me encontrava acidentado.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Inconfidentes, pela bolsa de Incentivo à qualificação, concessão de horas e afastamento pleno para o exercício da Pós-Graduação;

A comissão interna de supervisão (CIS) do IFSULDEMINAS, por todo o trabalho em promover a liberação para qualificação;

A todos os colegas desta querida Instituição (Campus Inconfidentes) que sempre me apoiaram nesta jornada, apoio este que foi além do incentivo formal;

A EPAMIG de Lavras em especial ao Janir, o Sr. José e demais funcionários por toda a ajuda na condução dos experimentos;

À população brasileira que por meio dos impostos contribuiu para a minha formação acadêmica;

Às empresas Verde Campo e SOESP, pela grande ajuda, cedendo insumos na realização dos ensaios;

Ao setor de bovinocultura de leite em especial aos funcionários;

A Sra. Cida (Cidinha) e Sra. Angelina, por todo o apoio e ajuda na minha estada em Lavras;

A cidade de Lavras que me recebeu tão bem e a todos os munícipes;

A todos que, de alguma forma, se fizeram presentes para a conquista desta realização;

#Orgulho de ser UFLA.

Muitíssimo obrigado!

## RESUMO

A sociedade contemporânea tem produzido grandes quantidades de resíduos, dentre estes, destacam-se os orgânicos que, quando descartados de maneira incorreta, podem contaminar o ambiente. Contudo, esses materiais podem ser empregados na agricultura, promovendo acréscimos de fertilidade, de produção e, a depender da fonte, podem manifestar efeito alelopático sobre plantas. Dentre esses resíduos que são produzidos em grande volume e que podem ser aproveitados, destacamos a borra de café, o soro ácido de leite e a urina bovina. No primeiro artigo, objetivou-se avaliar o efeito alelopático da borra de café na emergência e crescimento da *Urochloa brizantha* sob doses do produto, épocas de coleta e aplicação em pré e pós-emergência. Esse estudo foi executado na UFLA, em casa de vegetação, onde foram conduzidos dois experimentos. Estes foram realizados em vasos de 8 litros, preenchidos com Latossolo vermelho distroférico. O primeiro experimento foi realizado em DBC, no fatorial 3x4x2 sendo o primeiro fator época de coleta, o segundo doses de borra de café e terceiro épocas de aplicação. No segundo experimento, foi realizado no fatorial 4x2, com 4 doses de borra e duas épocas de aplicação. Em ambos os experimentos, avaliou-se o crescimento e fitotoxidez da *Urochloa brizantha*. Nos dois experimentos observam-se comprometimento da emergência das plantas em aplicações em pré-emergência, resultado associado ao efeito alelopático da cafeína. Pode-se concluir que nos dois trabalhos verificou-se fitotoxidez da *Urochloa* em aplicações de pré-emergência e baixas concentrações de borra de café prejudicam a emergência das plântulas. A coleta do resíduo no momento da aplicação reduz o índice de velocidade de emergência e aumenta a porcentagem de fitotoxidez. No segundo artigo, foram conduzidos três experimentos, com o objetivo de avaliar o crescimento e a produtividade de grãos de arroz sob doses de urina bovina em aplicações via solo e via foliar e doses de soro de leite ácido, em aplicações no solo monitorando os teores nutricionais, condutividade elétrica do solo e classificar o soro quanto ao potencial de sodicidade e salinidade. O primeiro experimento foi no ano agrícola de 2016/2017 e o segundo experimento foi no ano de 2017/2018 ambos com a cultura do arroz, testando doses de urina bovina aplicado via solo e via foliar com aplicações aos 20, 40, 60 e 80 dias após a emergência. O terceiro experimento foi no ano agrícola de 2017/2018 com doses de soro ácido de leite, aplicados aos 20 e 40 dias após a emergência. Em todos os experimentos foram avaliados a produtividade de grãos, crescimento da cultura e o efeito das doses do soro quanto à sodicidade e salinidade do solo. Os experimentos não apresentaram resposta às aplicações dos resíduos, resultado possivelmente associado às características químicas do solo, o qual se encontrava em nível crítico para fósforo, potássio, decorrente de fatores como a estrutura física do solo, na qual foi verificada compactação, limitando o crescimento das plantas. A urina bovina e soro ácido de leite nas doses utilizadas não promovem crescimento e ganhos de produtividade de grãos. O soro ácido de leite apresenta potencial para a sodificação do solo, proporcionando aumento da condutividade elétrica. O soro ácido de leite pode ser utilizado como fonte de nitrogênio e potássio.

**Palavras-chave:** Borra de café. Alelopatia. Urina bovina. Soro de leite. Salinização.

## ABSTRACT

The contemporary society has produced large amounts of waste, such as organic residues that when improperly discarded, can contaminate the environment. However, if used properly, these residues have potential for use in agriculture, promoting fertility increases, production and depending on the source, they can manifest allelopathic effect on plants. Among these residues that are produced in large volume and that can be used, we highlight coffee grounds, acid whey and bovine urine. In the first article the objective was to evaluate the allelopathic effect of coffee grounds in the emergence and growth of *Urochloa brizantha* under product doses, collection times and pre and post-emergence application. This study was performed at UFLA in the greenhouse, where two experiments were conducted in 8-L pots filled with soil with a red Distroferric Latosol. The first experiment was carried out in DBC in the factorial 3x4x2; the first factor being the collection period, the second dose of coffee grounds and the third time of application. In the second experiment, it was performed in 4x2 factorial, with sludge doses and two application times. In both experiments the growth and phytotoxicity of *Urochloa brizantha* were evaluated. In both experiments, plant emergence was compromised in pre-emergence applications, a result associated with the allelopathic effect of caffeine. It can be concluded that in the two studies *Urochloa* phytotoxicity was verified in pre-emergence applications and low concentrations of coffee grounds impair the emergence of seedlings. Collection of the residue at the time of application reduces the rate of emergency speed and increases the percentage of phytotoxicity. In the second article, three experiments were carried out to evaluate the growth and yield of rice grains under bovine urine doses in soil and foliar via and acid whey doses in soil applications monitoring nutritional contents, electrical conductivity of the soil and to classify the serum as to the potential of sodicity and salinity. The first experiment was in the agricultural year 2016/2017 and the second experiment in 2017/2018 with the rice culture, testing doses of bovine urine applied via soil and foliar via with applications at 20, 40, 60, and 80 days after the emergency. The third experiment was in the agricultural year 2017/2018 with serum acid doses of milk, applied at 20 and 40 days after emergence. In both studies, grain yield and crop growth and the effect of serum doses on sodicity and soil salinity were evaluated. The experiments did not show a response to the residues applications, possibly associated with the chemical characteristics of the soil, which was at the critical level for phosphorus and potassium, and the soil physics. Bovine urine and acid whey at the doses used do not promote growth increase and grain yield. Acid whey has potential for soil sodification, providing an increase in electrical conductivity. Acid whey can be used as a source of nitrogen and potassium.

**Keywords:** Coffee Grounds. Allelopathy. Bovine urine. Whey. Salinization.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

- Figura 1 - Interação das doses da borra para aplicações em pré-emergência (A) e pós-emergência (B) para a análise de fitotoxidez no primeiro experimento..... 34
- Figura 2 - Fitotoxidez da *Urochloa brizantha* em função da aplicação de doses de borra de café no segundo experimento, Lavras, 2018..... 36
- Figura 3 - Índice de velocidade de emergência (A) e número de plantas emergidas (B) da *Urochloa brizantha* em função de aplicação de doses de borra de café no segundo experimento, Lavras, 2018. .... 37

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Altura das plantas e peso fresco com aplicação da borra de café em pré-emergência e pós-emergência no primeiro experimento.....	31
Tabela 2 - Índice de velocidade de emergência (IVE) para épocas de coleta de borra de café no primeiro experimento.....	32
Tabela 3 - Interação entre época de coleta com época de aplicação borra para avaliação de Fitotoxidez no primeiro experimento.....	33
Tabela 4 - Interação dose de borra com época de aplicação para avaliação de Fitotoxidez no primeiro experimento. ....	33
Tabela 5 - Índice de velocidade de emergência, peso seco e altura da <i>Urochloa brizantha</i> com aplicações de borra em pré e pós-emergência segundo experimento .....	35

### CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Análise química e física do solo, da fazenda Experimental do Departamento de Agricultura da UFLA, na safra agrícola 2016/2017. ....	47
Tabela 2 - Análise química e física do solo, da Fazenda Experimental do CDCT, na safra agrícola 2017/2018.....	48
Tabela 3 - Parâmetros químicos e de densidade da Urina Bovina e soro ácido de leite.....	49
Tabela 4 - Resumo da Anava nos dois anos agrícolas para o experimento com doses de urina bovina para os caracteres área foliar, peso 1000 grãos, clorofila, altura, peso seco, renda, rendimento e produtividade.....	53
Tabela 5 - Doses de urina bovina via solo para média da área foliar nos dois anos agrícolas e índice de clorofila e produtividade em função de doses de urina bovina aplicadas via foliar na interação com os anos agrícolas. ....	53
Tabela 6 - Área foliar, peso 1000 grãos, clorofila, altura, peso seco, renda, rendimento e produtividade nos dois anos agrícolas. ....	53
Tabela 7 - Resumo da ANAVA para doses de soro de leite na safra 2017/2018 para área foliar, peso de 1000 grãos altura, índice de clorofila, peso seco, produtividade de grãos, renda e rendimento, Lavras, MG. ....	55

Tabela 8 - Teores no solo de potássio, sódio, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), pH, condutividade elétrica (CE), porcentagem de sódio na CTC (PST) e razão de adsorção de sódio (RAS), em função das doses de soro de leite, Lavras, MG. ....	56
--	----

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	12
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
2.1	<b>Resíduos orgânicos</b> .....	14
2.2	<b>Utilização de resíduos agroindustriais na agricultura</b> .....	15
2.2.1	<b>Borra de café</b> .....	17
2.2.2	<b>Soro de leite na agricultura</b> .....	18
2.2.3	<b>Urina bovina na agricultura</b> .....	19
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	21
	<b>CAPÍTULO 2 DOSES DE BORRA DE CAFÉ NA EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE <i>Urochloa brizantha</i></b> .....	24
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	26
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	28
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
4	<b>CONCLUSÕES</b> .....	39
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	40
	<b>CAPÍTULO 3 SORO DE LEITE E URINA BOVINA SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS</b> .....	43
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	45
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	47
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	52
3.1	<b>Urina Bovina</b> .....	52
3.2	<b>Soro de leite</b> .....	55
4	<b>CONCLUSÕES</b> .....	58
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	59

## CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos orgânicos podem ter várias origens e constituições, sendo divididos em resíduos sólidos e líquidos. Os primeiros são definidos como todo resíduo nos estados sólido e semissólido, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição (BRASIL, 1993). Os resíduos líquidos são caracterizados como águas residuárias, sendo qualificados como despejos provenientes de diversos processos ou atividades (BRASIL, 2011).

A produção de resíduos orgânicos reflete o modo de vida atual da sociedade, estando atrelado ao crescimento populacional e o nível de consumo (FIGUEIREDO; TANAMTI, 2010), destacando que as principais fontes geradoras desses resíduos estão associadas ao setor industrial, à agroindústria, à pecuária e à agricultura.

Em razão do aumento na geração dos resíduos, sua disposição inadequada ao ambiente contribui para a contaminação dos ecossistemas (BELTRAME et al., 2016), uma vez que pode apresentar elevada demanda bioquímica por oxigênio (DBO), elevados teores de macro e micronutrientes, além de metais pesados, sendo sua composição variável em função da origem e do processo produtivo.

Haja vista o potencial poluente desses materiais, faz-se necessário o tratamento destes ou a deposição em aterros sanitários a qual se torna uma operação onerosa (PIRES; MATTIAZZO, 2008), o que leva a muitos setores a descartarem no ambiente. Diante disso, tornam-se necessárias estratégias que viabilizem sua utilização sem o comprometimento do ambiente, assegurando a reciclagem dos nutrientes presentes. Uma alternativa seria o emprego destes, na agricultura, uma vez que estes apresentam alguns nutrientes necessários às plantas e podem manifestar efeito alelopático, seja inibindo ou estimulando o crescimento das plantas.

Um exemplo de uso de resíduos na agricultura e que apresenta resultados satisfatórios ocorre no contexto do setor sucroalcooleiro que utiliza o bagaço de cana, da vinhaça e a torta de filtro. Silva et al. (2014), estudando o efeito de doses de vinhaça no cultivo de cana de açúcar, concluíram que houve um aumento de produtividade e nos teores de pH e K no solo com o acréscimo das doses.

Esse resultado satisfatório no setor sucroalcooleiro, principalmente com o uso da vinhaça, nem sempre é verificado com o uso de outros resíduos e nas demais culturas. Isso

ocorre, provavelmente, pois as doses e uso não são adequados ou mesmo porque alguns desses produtos podem apresentar efeitos alelopáticos sobre plantas.

Dessa forma, o estudo sobre o potencial emprego de outros resíduos se faz necessário como alternativo de uso e que apresenta potencial para acréscimo de produtividade com redução de custos, além da possibilidade de serem utilizados no manejo de plantas invasoras, destacando como opção a borra de café, o soro ácido de leite e a urina bovina.

A borra de café apresenta potencial de uso no manejo de plantas invasoras em função do efeito alelopático aferido à cafeína, a qual permite seu emprego no manejo de plantas de difícil controle como é o caso das espécies do gênero da Uroclhoa.

Já o soro de leite tem demonstrado resultados satisfatórios no cultivo de algumas forrageiras (MORRIL et al., 2011), proporcionando aumento de produtividade, merecendo atenção especial as doses aplicadas em função dos teores de sódio e de condutividade elétrica, o que pode resultar no processo de sodificação e salinização do solo. Outro resíduo que está distribuído na maioria das propriedades rurais de base familiar e que já é utilizado de forma empírica é a urina bovina a qual fornece alguns nutrientes exigidos pelas plantas cultivadas (MAGALHÃES et al., 2017).

Por conseguinte, o emprego desses resíduos orgânicos reduz a aquisição de insumos, minimiza o descarte de resíduos, restringe a contaminação do ambiente e permite que todos os modelos de agricultura utilizem esses insumos, tanto a agricultura convencional como a orgânica, promovendo a inclusão do setor e, conseqüentemente, a sustentabilidade.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito alelopático da borra de café em aplicação na *Urochloa brizantha* e analisar o crescimento e produtividade da cultura do arroz com a aplicação de urina bovina e soro ácido de leite.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Resíduos orgânicos

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012) descreve que, em 2009, no setor de agricultura, considerando as 13 principais culturas produzidas no Brasil, estimou-se uma produção de 291 milhões de toneladas de resíduos orgânicos nas agroindústrias associadas a essas culturas, não considerando a parcela desses resíduos produzidos nas atividades de cultivo e/ ou colheita, haja vista que estes permanecem no campo.

Parcela da produção desses resíduos está associada ao modo de vida e de produção e consumo de nossa sociedade a qual tem gerado grandes quantidades desses subprodutos. Estes são decorrentes de diversas atividades como: corantes, óleos, graxas, águas residuárias, resíduos sólidos, etc, podendo agravar os problemas ambientais face a sua disposição de maneira incorreta (AQUINO NETO et al., 2011).

A disposição destes é uma dificuldade enfrentada por parte das empresas, em função dos poucos estudos que demonstrem o potencial uso e destinação desses resíduos. Dessa forma, o desenvolvimento de novas tecnologias e estudos que utilizem e transformem esses materiais são necessários visando a reduzir o impacto desses ao meio ambiente.

Dentre as alternativas de disposição desses resíduos, sólidos e líquidos, a reutilização é uma das opções mais relevante sob o ponto de vista econômico, ambiental e, muitas vezes, social. A reutilização desses resíduos representa um benefício imensurável, pois, permite a minimização do passivo ambiental gerado pelo descarte inadequado (PIRES; MATTIAZZO, 2008).

Verifica-se ainda como benefício que a disposição desses resíduos na agricultura, reduz um problema crônico do país, podendo, o descarte em aterros sanitários, agravar os problemas ambientais que, na maioria das vezes, não atendem aos padrões de qualidade, permitindo que os chorumes produzidos possam alcançar os lençóis freáticos (PIRES; MATTIAZZO, 2008). Outra grave situação refere-se ao fato de que a demanda por aterro não é suficiente para atender à quantidade de resíduos sólidos gerados, além do agravante de que a manutenção desses aterros é um processo oneroso, exigindo grande investimento por parte do setor público e privado.

Já os resíduos líquidos também conhecidos como águas residuárias ou efluentes apresentam sua disposição em corpos aquáticos ou mesmo sobre solo que, a depender da quantidade e de sua constituição comprometem os corpos receptores, em razão da carga

poluente. Para reduzir esse problema, pode-se optar pela retirada da carga orgânica em estação de tratamento de esgoto, contudo exige altos investimentos para a construção e manutenção, as quais nem sempre estão disponíveis na fonte geradora.

Para contornar esses desafios, segmentos industriais associados à pesquisa têm firmado parcerias com o objetivo de viabilizar o destino final desses materiais, uma vez que a utilização deve se basear em princípios metodológicos, tecnológicos, sanitários e agronômicos (ZAPPAROLI, 2010).

## **2.2 Utilização de resíduos agroindustriais na agricultura**

A reciclagem de resíduos em solos agrícolas já é utilizada pelos agricultores e tem trazido benefícios ao sistema produtivo pela adição de nutrientes e matéria orgânica ao solo. Contudo, verifica-se um grande número de opções de resíduos que podem ser utilizados na agricultura, havendo uma enorme demanda por estudos que demonstrem a viabilidade técnica e as respectivas contribuições, sejam elas de forma direta por promover benefícios para o solo, plantas cultivadas ou mesmo pelo efeito alelopático sobre plantas espontâneas.

Nesse contexto, Medeiros et al. (2008) verificaram que a utilização de resíduos orgânicos de origem doméstica proporcionam melhorias nas propriedades químicas do solo, tais como diminuição dos teores de Al trocável e saturação de alumínio, elevação dos teores de N, P, K, S, Ca, Mg, soma de bases, matéria orgânica, CTC, saturação por bases e micronutrientes.

Portanto, considerando a grande capacidade de disponibilizar nutrientes, o uso desses resíduos, reduz o problema de escassez em médio e longo prazo de alguns fertilizantes minerais, uma vez que a reserva de P e K é de 93 e 235 anos, respectivamente, tomando-se como base a produção nos anos de 2007 e 2008. Independente desse maior ou menor tempo de exploração que venha a existir, faz-se necessário destacar que os custos com fertilizantes aumentarão com o tempo, à medida que as reservas economicamente exploráveis forem consumidas (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS, 2009), aumentando gradativamente o apelo para o uso de fontes de nutrientes provenientes de outras origens.

Um bom exemplo de uso de resíduos como fonte de nutrientes e, conseqüentemente, com menor dependência de fontes externas de fertilizantes é do setor sucroalcooleiro (ABREU JÚNIOR et al., 2008). Esses autores destacam como contribuição positiva para a agricultura, melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, elevação dos teores de carbono orgânico e da capacidade de troca de cátions (CTC), neutralização da acidez

do solo (H +Al), aumento na disponibilidade de nutrientes, incrementos na produtividade e na qualidade da cana-de-açúcar, apresentando significativos retornos econômicos ao setor, além de representar um benefício de ordem social pela disposição final com menor impacto negativo do resíduo no ambiente, desde que devidamente tratados e/ ou compostados.

No contexto da produção de culturas anuais, o uso de resíduos destaca-se pela relevância na redução dos custos produtivos sendo que, para a cultura do algodão, foram comprovados os benefícios do aproveitamento de dejetos bovinos, os quais podem suprir parcialmente ou totalmente as necessidades dessa cultura (NOBRE et al., 2010).

Dentre outras opções de utilização de resíduos Moraes, Silva e Arnuti (2012) concluíram que o uso de efluente da agroindústria de carnes pode ser utilizado como alternativa de nutrientes em substituição à adubação mineral, para as condições de solo e clima estudado, sem causar prejuízos no potencial produtivo da cultura do girassol. Os mesmos autores observaram que o aumento das doses desse efluente contribui para o aumento linear da produtividade.

Vale observar que o uso de resíduos deve apresentar caráter regional, uma vez que o transporte destes entre áreas longínquas torna-se inviável. Nesse cenário, o uso de águas residuárias do café apresenta-se como opção para regiões produtoras dessa *commoditie*. Fia et al. (2010) inferiram que o uso desse efluente na cultura do azevém demonstrou melhor comportamento agrônômico, refletindo na produtividade de matéria seca e proteína bruta dessa cultura.

Além de fornecer nutrientes e matéria orgânica, alguns resíduos podem ser usados em função de suas propriedades alelopáticas. May et al. (2011) afirmaram que o potencial aleloquímico da casca do café pode ser testado na produção de herbicidas, haja vista que o extrato dessa casca em altas concentrações inibiu o crescimento e desenvolvimento de *C. sativus*. Corsato et al. (2010) atestaram que o extrato de girassol a partir de concentrações de 40% inibiu a germinação de picão preto, resultado esse que pode estar associado ao terpeno presente nas folhas desta planta, substância que apresenta efeito alelopático.

Dessa forma, considerando as várias contribuições que os resíduos apresentam e a diversidade de opções, os subprodutos como a urina bovina, o soro de leite e a borra de café os quais são produzidos em larga escala e em varias regiões do Brasil podem promover o crescimento de plantas, face da disponibilização de nutrientes além de manifestar efeito alelopático sobre as plantas daninhas.

### 2.2.1 Borra de café

O Brasil é o segundo maior consumidor de café do mundo, como consequência promove grande produção de borra de café. Esse resíduo é originado do preparo do café, após a fervura da água com a infusão do pó. Magalhães et al. (2008) relatam que, na produção de café solúvel, para cada tonelada produzida são geradas 4,5 t de borra, com cerca de 80% de umidade, sendo que esse produto ainda não apresenta um destino adequado, gerando um problema quando seu descarte ocorre no ambiente.

Para contornar esse problema, a borra pode ser utilizada na agricultura. Esse resíduo apresenta em sua composição a cafeína, quimicamente conhecida como 1,3,7-trimetilxantina, com relação C/N de 22/1, teor de azoto de 2,3% (MUSSATO et al., 2011) que, segundo alguns autores, essa substância interfere no crescimento das espécies cultivadas, seja inibindo a germinação de sementes ou o desenvolvimento de plântulas de várias espécies (CHOU; WALLER, 1980).

Trabalhos similares foram conduzidos por May et al. (2011) os quais relatam que o extrato bruto obtido da casca de café, a qual também possui cafeína, propiciou tanto o estímulo quanto a inibição no crescimento das plantas testadas. Foi observado pelos autores que para a *Cucumis sativa L.* houve aumento da biomassa conforme houve acréscimo na concentração do extrato e que, nos bioensaios de germinação da mesma espécie em placas de petri, houve formação de plântulas anormais e com maior sensibilidade na raiz, observando necroses e anomalias.

Pesquisadores descrevem que a borra do café, interfere no processo de crescimento das culturas. Wangen et al. (2015) afirmam que esse resíduo nos níveis de 5 a 10% não afetou a taxa de emergência de mudas de alface, contudo afetou negativamente a altura e massa fresca da parte aérea das plantas, enfatizando que esse efeito deletério está associado ao fato de o resíduo não ser compostado, haja vista a elevada relação C/N a qual indisponibiliza temporariamente as reservas de nitrogênio.

Considerando a interferência da borra no crescimento de plantas, sua aplicação de forma controlada apresenta potencial para o emprego no manejo de plantas daninhas, posto que um dos desafios da agricultura é a diversificação de manejo das invasoras objetivando reduzir a resistência, a competição e os custos com seu controle.

### 2.2.2 Soro de leite na agricultura

O soro de leite é um subproduto proveniente da separação da caseína e da gordura do leite no processo de fabricação do queijo, apresentando elevado valor nutricional (PAULA et al., 2011).

Esse produto é composto por 93 a 94% de água, 4,5 a 5% de lactose, 0,8 a 1% de proteínas, 0,3 a 0,5% de gorduras e 0,6 a 1,0% de minerais como o cálcio, sódio, magnésio, potássio e fósforo, além de micronutrientes em quantidades reduzidas e de compostos nitrogenados não protéicos como a ureia e ácido úrico (CARVALHO, 2013).

Em razão da sua constituição, pode ser considerado um poluente extremamente problemático em função da sua elevada carga orgânica e grande volume produzido, devendo ser tratado antes do descarte, visto que o soro bruto possui uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) cerca de 175 vezes maior do que um efluente de esgoto comum (SMITHERS, 2008).

Em face da grande DBO e capacidade de comprometer o ambiente ou os elevados custos envolvidos no tratamento desse resíduo, propostas alternativas de aproveitamento são empregadas como na alimentação animal, fabricação de ricota e bebida láctea (CARVALHO, 2013). Outra proposta seria o reaproveitamento na agricultura, sendo que cada alternativa deve passar por uma análise econômica do processo e da capilaridade de cada unidade fabril.

Do ponto de vista técnico, o aproveitamento desse resíduo na agricultura apresenta grande potencial, uma vez que esse resíduo tem a capacidade de disponibilizar nutrientes (MELO et al., 2011). Nesse contexto, já existem alguns trabalhos descrevendo os resultados agrônômicos dessa prática. Paula et al. (2011), por exemplo, trabalhando com solução nutritiva de soro de leite diluído a 20% em água descrevem que é viável a substituição da solução nutritiva convencional no cultivo de forragem de milho hidropônica não comprometendo os teores de N, P, Mg, S, Cu e Zn. Contudo, os elevados teores de Na e K no soro provocaram redução na produção de forragem, em decorrência do aumento linear e crescente nos teores de sódio na parte aérea e do sistema radicular.

Em outra pesquisa com a adubação com resíduo de laticínios, foi verificado efeito positivo no alongamento, no crescimento foliar e redução nas perdas por senescência em plantas de capim-mombaça. Esses resultados foram mais satisfatórios na dose de 400 m<sup>3</sup>/ha substituindo 100% e 25%, respectivamente, as adubações de potássio e fósforo, merecendo maior investigação no teor de sódio adicionado ao solo (SANTOS et al., 2014).

A presença do sódio no soro do leite pode causar a sodificação do meio, além de aumento da condutividade elétrica a qual representa um risco para a cultura e para o solo, comprometendo a prática da agricultura. Esse aumento dos teores do sódio pode ocorrer em função da concentração no resíduo ou do volume a ser aplicado. Ashraf (2009) destaca que, dentre os fatores que podem limitar a produtividade, destaca-se a salinização dos solos, sendo este um fator que provoca estresses abióticos dos mais importantes, as quais podem afetar diretamente o crescimento de plantas.

A salinização do solo é considerada elevada quando atinge valores de condutividade elétrica (CE) superiores a  $4,0 \text{ dS/m}^{-1}$ . Para o sódio ser considerado elevado, o valor deve estar acima de 15% da porcentagem de sódio trocável (PST). Nessas condições, esses cátions afetam a germinação e a densidade das culturas, restringindo a produtividade bem como o crescimento vegetativo. Em casos mais severos, causa sérios problemas de ordem econômica, ocorrendo morte generalizada das plantas, tornando esses solos inaptos à agricultura, ficando passível de desertificação (MAJOR; SALES, 2012).

Além dos prejuízos fitotécnicos, o aumento do teor de sódio nos solos acarreta a dispersão de argila provocando adensamento. Como consequência, há um bloqueio dos poros, pela argila dispersa (FRENKEL; GOERTZEN; RHOADES, 1978), reduzindo a infiltração, a oxigenação, aumento dos processos erosivos, remoção de bases do complexo de troca como cálcio e magnésio e comprometimento do crescimento radicular.

### **2.2.3 Urina bovina na agricultura**

A urina bovina é um subproduto da produção leiteira e da criação de gado de corte, a qual está presente em muitas propriedades rurais. O uso desse insumo agrícola possibilita aos agricultores reduzirem a dependência de insumos externos, minimizando os custos envolvidos em sua aquisição.

A composição da urina varia em função da alimentação e o estado de hidratação do animal. Contudo, mesmo apresentando variação em sua constituição, é constituída de praticamente todos os nutrientes requeridos pelas plantas. Além disso, essa composição apresenta o catecol, aminoácido antioxidante que possui a capacidade de indução de resistência a fitopatógenos, verificando também a presença de hormônios como é o caso da auxina, o que contribui para o crescimento dos vegetais (GADELHA; CELESTINO; SHIMOYA, 2002).

Um dos trabalhos pioneiros com a urina bovina foi desenvolvido na Nova Zelândia com a utilização para nutrição em pastagens, onde foram verificados efeitos positivos, principalmente como fonte de potássio e nitrogênio (DURING; MCNAUGHT, 1961).

Em trabalho mais recente, conduzido com a cultura da alface, com aplicação de urina verificou-se que esse resíduo é uma importante alternativa na adubação dessa cultura em produção orgânica (ALENCAR et al., 2012).

Da mesma forma, Oliveira et al. (2012) concluíram que a utilização de urina bovina via solo ou foliar apresenta efeito nos teores dos nutrientes na planta, sendo que em concentrações relativamente baixas, a urina proporciona maior intensidade de verde nas folhas e incremento na massa de matéria das culturas testadas.

Assim, verifica-se que a utilização de urina bovina na agricultura, ainda é dependente de validação e compreensão por parte da academia, para conferir maior credibilidade aos resultados já encontrados. Dessa forma, subsídios tecnológicos no estabelecimento e adaptação desse modelo de produção devem ser estudados, a fim de aumentar a aplicabilidade de novas tecnologias à agricultura.

## REFERÊNCIAS

ABREU JÚNIOR, C. H. et al. Aproveitamento agrícola de resíduos no canavial. In: MARQUES, M. O. et al. (Ed.). **Tecnologias na agroindústria canavieira**. Jaboticabal: FCAV, 2008. p. 183-210.

ALENCAR, T. A. S. et al. Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 53-67, jul./set. 2012.

AQUINO NETO, S. de et al. Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em química. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 8, p. 1468-1471, 2011.

ASHRAF, M. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. **Biotechnology Advances**, New York, v. 27, n. 1, p. 84-93, 2009.

BELTRAME, T. F. et al. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: uma discussão sobre o tema. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 20, p. 283-294, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 05**, de 5 de agosto de 1993. Dispõe sobre a destinação final de resíduos sólidos. Brasília, DF, 1993.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, DF, 2011.

CARVALHO, K. D. **Utilização de soro de leite doce na fabricação de sorvete de massa**. 2013. 195 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida)-Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, São João da Boa Vista, 2013.

CHOU, C. H.; WALLER, G. R. Possible allelopathic constituents of *Coffea arabica* L. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 6, p. 643-639, 1980.

CORSATO, J. M. et al. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, p. 353-360, 2010.

DURING, C.; MCNAUGHT, H. J. Effects of cow urine on growth of pasture and uptake of nutrients. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 5, p. 591-605, 1961.

FIA, R. et al. Desempenho de forrageiras em sistemas alagados de tratamento de águas residuárias do processamento do café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 842-847, 2010.

FIGUEIREDO, P. G.; TANAMATI, F. Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, p. 1-4, 2010.

FRENKEL, H.; GOERTZEN, J. O.; RHOADES, J. D. Effects of clay type and content, exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration on clay dispersion and soil hydraulic conductivity. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 42, n. 1, p. 32-39, 1978.

GADELHA, R. S. S.; CELESTINO, R. C. A.; SHIMOYA, A. Efeito da urina de vaca na produtividade de abacaxi. **Pesquisa Agropecuária & Desenvolvimento Sustentável**, Recife, v. 1, p. 91-95, 2002.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Plano nacional de resíduos sólidos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores**. Brasília, DF, 2012. (Comunicados do IPEA, 145). Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 23 maio 2018.

MAGALHÃES, E. A. et al. Casca de café associada à lenha como combustível para aquecimento indireto do ar de secagem. **Revista Brasileira de Armazenagem**, Viçosa, MG, n. 10, p. 66-72, 2008.

MAGALHAES, I. de P. B. et al. Produtividade e exportação de nutrientes em feijão-vagem adubado com esterco de galinha. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 64, n. 1, p. 98-107, Feb. 2017.

MAJOR, I.; SALES, J. C. **Mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável**. 2012. Disponível em: <<http://www.fdr.com.br/mudancasclimaticas/index.php>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

MAY, D. et al. Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica L.*) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus L.*). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, p. 180-186, 2011.

MEDEIROS, S. S. et al. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 109-115, 2008.

MELO, J. C. et al. Respostas morfofisiológicas do capim-mombaça submetido a doses de resíduo líquido de laticínios. **Ciências Agrárias**, Teresina, v. 54, p. 247-258, 2011.

MORAES, M. T.; SILVA, V. R.; ARNUTI, F. Resíduos líquidos de efluentes de agroindústria de carnes na produtividade do girassol. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 843-853, 2012.

MORRILL, W. B. B. et al. Produção e nutrientes minerais de milho forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 2, p. 182-188, 2011.

MUSSATTO, I. S. et al. Production, composition and application of coffee and its industrial residues. **Food and Bioprocess Technology**, Chicago, v. 4, n. 5, p. 661-672, 2011.

NOBRE, R. G. et al. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 747-754, 2010.

OLIVEIRA, N. L. C. et al. Uso de urina de vaca no cultivo da beterraba de mesa. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Recife, v. 2, n. 2, p. 7-13, 2012.

PAULA, L. de et al. 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, n. 9, p. 931-939, set. 2011.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2008. 9 p. (Circular Técnica, 19).

SANTOS, P. M. et al. Atributos morfogênicos de pastos de capim-mombaça adubados com resíduo de laticínio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, p. 221-231, 2014.

SILVA, A. P. M. da et al. 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, p. 38-43, 2014.

SMITHERS, G. W. Whey and whey proteins: from ‘gutter-to-gold’. **International Dairy Journal**, Barking, v. 18, p. 695-704, 2008.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Phosphate rock**: mineral commodity summaries. Reston, 2009. Disponível em: <<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs>>. Acesso em: 26 jan. 2018.

WANGEN, D. R. B. et al. Borra de café na produção de mudas de alface, *Lactuca sativa* L. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, p. 518, 2015.

ZAPPAROLI, I. D. **O adubo orgânico proveniente de resíduos sólidos de estações de tratamento de esgoto**. 2010. Disponível em: <[http://www.ecopar.ufpr.br/artigos/a\\_004.pdf](http://www.ecopar.ufpr.br/artigos/a_004.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2018.

## CAPÍTULO 2 DOSES DE BORRA DE CAFÉ NA EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE *Urochloa brizantha*

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o crescimento e fitotoxidez da *Urochloa brizantha* sob doses de borra de café em aplicação em pré e pós-emergência. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Universidade Federal de Lavras com semeadura da *Urochloa brizantha* em vasos de 8 litros. O primeiro ensaio foi realizado em DBC, com três repetições, no fatorial (3x4x2), sendo o primeiro fator: épocas de coleta da borra; segundo fator: doses de borra de café e terceiro fator: época de aplicação: pré e pós-emergência, constituindo 24 tratamentos. O segundo experimento foi feito em DBC com três repetições, no fatorial (4x2), sendo o primeiro fator: doses de borra de café e segundo fator: aplicação em pré e pós-emergência. Os caracteres avaliados em todos os ensaios foram: a altura das plantas; massa seca da parte aérea; análise de fitotoxidez, índice de velocidade de emergência (IVE) e número de plantas emergidas. No primeiro experimento, verificou-se efeito alelopático da borra para aplicações em pré-emergência interferindo na altura e no peso seco, sendo que doses da borra de café demonstraram efeito quadrático, apresentando maior fitotoxidez em menores concentrações. No segundo experimento também foi verificado que aplicações em pré-emergência comprometeram o crescimento da *Urochloa brizantha*. Conclui-se que o crescimento da *Urochloa brizantha* foi comprometido nas aplicações em pré-emergência em ambos os experimentos. A porcentagem de fitotoxidez demonstrou comportamento quadrático no primeiro experimento e linear crescente no segundo experimento independente da época de aplicação.

**Palavras-chave:** Cafeína. Resíduos orgânicos. Fitotoxidez. Plantas daninhas. Alelopatia.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the growth and phytotoxicity of *Urochloa brizantha* under coffee grounds in pre and post-emergence applications. The experiments were conducted in a greenhouse at the Federal University of Lavras with sowing of *Urochloa brizantha* in 8 - liter pots. The first test was performed in DBC, with three replicates, in the factorial (3x4x2), the first factor being: collection times of the sludge; second factor: doses of coffee grounds in percentage of Weight / Volume (% W / V) and third factor: time of application: pre- and post-emergence, constituting 24 treatments. The second experiment was done in DBC with three replicates, in the factorial (4x2), being the first factor: doses of coffee grounds and second factor: time of application. The characters evaluated in all trials were: plant height; dry shoot mass; analysis of phytotoxicity, rate of emergency (IVE) and number of emerged plants. In the first experiment, allelopathic effect of the sludge was observed for pre-emergence applications, interfering with height and fresh weight, and coffee sludge doses showed a quadratic effect with higher phytotoxicity at lower concentrations. In the second experiment it was also verified that applications without pre-emergence compromise the growth of *Urochloa brizantha*. We conclude that the growth of *Urochloa brizantha* was compromised in pre-emergence applications in both experiments. The percentage of phytotoxicity showed quadratic behavior in the first experiment and increasing linear in the second experiment independent of the time of application.

**Key words:** Caffeine. Organic waste. Phytotoxicity.

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira tem demonstrado desempenho satisfatório ao longo dos anos, sendo um dos setores que mais contribui para o produto interno bruto. É uma agricultura diversificada, haja vista as dimensões continentais do país. Contudo, independente da região, um dos fatores que ainda apresenta relevância, provocando prejuízos, é a ocorrência de plantas daninhas, que concorre com as culturas agrícolas por fatores como água, luz, espaço e nutrientes (VASCONCELOS; SILVA; LIMA, 2012), além de dificultar a colheita e prejudicar a qualidade dos grãos.

Dentre estas, destacam-se as espécies do gênero *Urochloa* que apresentam grande capacidade de dispersão a qual pode ter sua capacidade de competição aumentada com o número de sementes por área, além do inconveniente, de serem plantas muito agressivas, com alta capacidade de adaptação a solos de baixa fertilidade e plasticidade fenotípica para adaptação (FONTES et al., 2014; SANTOS et al., 2013), apresentando grande capacidade de interferência, mesmo com culturas utilizadas na adubação verde (SOARES et al., 2015).

Para o manejo sustentável dessas plantas, faz-se necessário associar várias práticas que visam a diminuir seu efeito competidor com as plantas cultivadas. Tais técnicas proporcionam redução de custos, com o emprego de estratégias que objetivam reduzir o impacto sobre o ambiente, contribuindo para minimizar a resistência das plantas daninhas aos mesmos métodos de controle.

Nesse cenário, o uso de substâncias alelopáticas que são sintetizadas no metabolismo secundário dos vegetais do qual fazem parte inúmeras plantas (SILVA et al., 2016; SILVA; RICCI; PAGLIOSA, 2017) torna se uma estratégia de controle. Estudos com plantas que apresentem substâncias que podem manifestar efeito alelopático estão cada vez mais em destaque para aplicações práticas na agricultura, sendo, portanto, passíveis de serem utilizadas (JABRAN; FAROOG, 2013; ZENG, 2014). Segundo Jabran e Faroog (2013) e Zeng (2014) pesquisas com essas substâncias estão em evidência para serem utilizadas no controle de plantas daninhas.

Dentre essas plantas, o cafeeiro e seus subprodutos são uma opção. Nesses subprodutos, a borra é uma alternativa com potencial para o manejo das plantas daninhas a qual provocam interferência no crescimento de plantas daninhas.

Esse resíduo é originado do preparo do café, após a fervura da água com a infusão do pó, apresentando em sua composição a cafeína, quimicamente conhecida como 1,3,7-trimetilxantina, com relação C/N de 22/1, teor de azoto de 2,3% (MUSSATO et al., 2011).

A borra apresenta em sua constituição 0,02 a 0,08% de cafeína (FAN; SOCCOL, 2005), sendo esta variável, em função dos blends realizados e na quantidade de cada espécie de café contida na mistura (TORRES et al., 2012). Segundo alguns autores, essa substância pode manifestar efeito alelopático sobre as espécies cultivadas, seja inibindo a germinação de sementes ou o crescimento de plântulas de várias espécies (CHOU; WALLER, 1980), contudo, não há trabalhos recentes na literatura relatando o efeito em espécies de *Urochloa*.

Como na literatura não há trabalhos que elucidam a forma de aplicação, períodos de coleta ou mesmo estágio de emprego da borra sobre a *Urochloa*, objetivou-se avaliar o efeito alelopático da borra de café na emergência e crescimento da *Urochloa brizantha* sob doses do produto, épocas de coleta e aplicação em pré e pós-emergência.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no Departamento de Agricultura, situado nas coordenadas geográficas: Latitude 21°14' S, Longitude 45° 00' W, e altitude média de 920 metros.

A instalação do primeiro experimento foi realizada em maio de 2017, em vasos de 8 litros (22 cm altura, 23 cm diâmetro superior e 19,5 cm diâmetro inferior), os quais foram preenchidos com Latossolo vermelho distroférico, onde, em cada vaso, foram semeadas 100 sementes de *Urochloa brizantha* cultivar BRS Piatã, com valor cultural de 75% a profundidade de 2 cm. A semeadura da *Urochloa* ocorreu 21 dias após o preenchimento dos vasos com solo, a qual foi mantida em casa de vegetação sob irrigação, para que o banco de sementes presente no solo pudesse germinar, ocorrendo, posteriormente, sua retirada. As irrigações foram realizadas por micronebulizadores.

O ensaio foi realizado em delineamento de blocos casualizados (DBC), com três repetições, no fatorial (3x4x2), sendo o primeiro fator: épocas de coleta da borra: (A) coletada no mesmo dia de utilização; (B) coletada todos os dias durante 10 dias e com armazenamento em refrigerador após cada coleta a temperatura de 4° C; (C) coleta realizada no primeiro dia e armazenada em refrigerador por 10 dias a 4° C; todas as coletas ocorreram no Centro de convivência da Universidade Federal de Lavras; segundo fator: doses de borra de café: 0, 20, 50 e 100 gramas diluídas em 100 ml de água em cada tratamento e terceiro fator: época de aplicação: pré e pós-emergência, constituindo 24 tratamentos.

As aplicações em pré-emergência ocorreram no dia seguinte a semeadura e as aplicações em pós-emergência ocorreram após a emergência de 60% das plântulas.

O segundo experimento foi implementado com base nos resultados obtidos no primeiro estudo. A instalação ocorreu em outubro de 2017, em vasos de 8 litros nos quais foram preenchidos novamente com Latossolo vermelho distroférico, onde em cada vaso foram semeadas 50 sementes de *Urochloa brizantha* cultivar BRS Piatã, com valor cultural de 75% a profundidade de 2 cm em cinco linhas com 10 sementes cada. A metodologia da semeadura e irrigação foi a mesma para o primeiro experimento.

O ensaio foi realizado em delineamento de blocos casualizados (DBC), com três repetições, no fatorial (4x2), sendo o primeiro fator: doses de borra de café: 0, 55, 73 e 100 gramas, diluída em 100 ml de água em cada tratamento; e segundo fator: época de aplicação: pré e pós-emergência, constituindo 8 tratamentos e 24 parcelas experimentais.

A borra de café foi coletada, no Centro de Convivência da Universidade Federal de Lavras, no mesmo dia da sementeira, sendo mantida a temperatura ambiente, aplicando-a em pré-emergência no dia seguinte a sementeira e as aplicações em pós-emergência ocorreram 45 dias após a emergência. Para esse tratamento, a borra de café foi coletada no dia anterior a aplicação.

A mistura do soluto com a água, nos dois experimentos, foi realizada em liquidificador com agitação por um minuto e, logo em seguida, foram aplicados 100 ml da solução em cada parcela.

As seguintes características foram avaliadas aos 39 e 60 dias após a sementeira para o primeiro e segundo experimento:

- a) Altura das plantas, avaliando cinco plantas por parcela, utilizando régua milimetrada, medindo da superfície do solo até o ápice da gramínea;
- b) Massa fresca da parte aérea;
- c) Massa seca da parte aérea de todas as plantas da parcela, realizada em estufa de ar de circulação forçada a 60°C até peso constante, com pesagem realizada em balança de precisão;
- d) Análise visual de fitotoxidez avaliada por meio de escala de notas de 0 (sem injúria) a 100% (destruição total) (ROLIM, 1989), realizada por três avaliadores, contabilizando a média das notas;
- e) número de plantas emergidas (apenas para o segundo experimento);
- f) Índice de velocidade de emergência (IVE), de acordo com metodologia de Maguire (1962) com contagem até as plântulas atingirem estabilidade na germinação.

$$IVE = \frac{N1 + N2 + \dots + Nn}{D1 + D2 + \dots + Dn}$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

N = números de plântulas verificadas no dia da contagem;

D = números de dias após a sementeira em que foi realizada a contagem.

Após a coleta dos dados, realizou-se a análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as análises qualitativas. Para as análises

quantitativas, foram usados os modelos polinomiais para o efeito de doses da borra. O critério para a escolha do modelo foi a significância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro, observando o modelo que tenha apresentado maior valor de coeficiente de determinação ( $r^2$ ). A análise estatística foi realizada no software estatístico Sisvar (FERREIRA, D., 2011). Foi verificada a normalidade dos dados de acordo com teste Lilliefors (CAMPOS, 1983), por meio do aplicativo genes (CRUZ, 2013). Os dados que não apresentaram distribuição normal, foram transformados pela equação  $(x + 1)^{0,5}$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois experimentos, o coeficiente de variação (CV) observados, variam entre 9,84 a 24,64% (TABELAS 3 e 4). Com exceção para análise de fitotoxidez que apresentou maior CV, a precisão experimental é considerada adequada (PIMENTEL GOMES, 2000). Vale salientar que para essa característica, por se tratar de análise visual, são mais subjetivas entre os avaliadores, estando mais propensas a menor precisão experimental.

Para o primeiro experimento considerando a característica altura de plantas, não foi verificada interação das épocas de coletas x doses de borra x épocas de aplicação, apresentando significância apenas para a época de aplicação, sendo que quando realizada em pré-emergência demonstrou menor altura das plantas (TABELA 1). Como a redução de altura foi observada no tratamento em pré-emergência, pressupõe-se que a borra apresenta melhor assimilação do resíduo no estágio de semente, provocando efeito citotóxico, em decorrência das alterações nucleares induzindo a binucleação das células meristemáticas (FERREIRA, A., 2011), ou agem na pós-emergência inicial, uma vez que plântulas nesse estágio são mais sensíveis a estresses do ambiente.

Ferreira, A. (2011) ainda destaca que, por meio de observações em microscopia das raízes, verificou que a borra na concentração de 20% induziu menor número de feixes vasculares em comparação com as plantas do tratamento controle. Contudo, Cruz (2015) elucida que os resultados na literatura sobre o efeito alelopático da borra ainda são contraditórios, mas a principal razão para tal inibição deve se relacionar com a presença da cafeína da qual poderá ter diminuída a disponibilidade de nitrogênio as plantas.

Tabela 1 - Altura das plantas e peso fresco com aplicação da borra de café em pré-emergência e pós-emergência no primeiro experimento.

<b>Tratamentos</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Peso fresco (g)</b>
Pré-emergência	7,3 a	3,97 a
Pós-emergência	8,12 b	4,64 b
<b>CV (%)</b>	<b>11,3</b>	<b>23,29</b>

Fonte: Do autor (2018).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

O peso seco não foi influenciado por nenhum dos tratamentos, contudo para o peso fresco verificou-se efeito significativo, isolado, para as épocas de aplicações sendo que para a

pré-emergência foi encontrado menor peso quando comparado a pós-emergência (TABELA 1), o que pode estar relacionado à menor absorção de água no estágio das plântulas em função de doses de borra, resultando em menor crescimento das plantas com reduzida competição com a cultura agrícola. Wangen et al. (2015), trabalhando com metodologia diferente quanto ao uso da borra, observaram que concentrações de 18% em mistura com substrato contribui para a redução do peso fresco da parte aérea de mudas de alface.

Verificou-se para o IVE que o efeito significativo foi apenas para as épocas de coleta, a qual reduziu a velocidade de emergência das plântulas para as épocas de coleta A e B, observando maior IVE e diferente estatisticamente para a época de coleta C (TABELA 2). A emergência mais rápida para o tempo de coleta C, provavelmente está relacionada ao efeito da temperatura, uma vez que, neste tratamento, a borra permaneceu em refrigerador por 10 dias o que pode ter reduzido a solubilidade dos compostos que manifestem o efeito alelopático.

A fitotoxidez foi influenciada pela interação época de coleta A e aplicação de pré-emergência, apresentando 2,42 mais fitotoxidez do que o tratamento em pós-emergência, resultado que possivelmente está associado à maior solubilidade da cafeína a temperaturas ambiente (TABELA 3).

Na dose 100% de borra para a aplicação em pré-emergência, identificou-se significância para os resultados, sendo observadas 2,41 mais fitotoxidez do que na pós-emergência (TABELA 4). Isso pode estar relacionado aos danos provocados nas radículas das plantas em estágio inicial de desenvolvimento, o que influencia diretamente na absorção de água e nutrientes, provocando injúrias na parte aérea. Para as menores doses provavelmente não se verificou resultado, tendo em vista que a cafeína é fortemente retida nas argilas do solo em proporções semelhantes (MAZZAFERA; YAMAOKA-YANO; VITÓRIA, 1996). Logo, maiores doses apresentam melhor disponibilidade dessa substância.

Tabela 2 - Índice de velocidade de emergência (IVE) para épocas de coleta de borra de café no primeiro experimento.

<b>Época de coleta</b>	<b>IVE</b>
A	34,16 a
B	34,41 a
C	38,26 b
<b>CV(%)</b>	<b>14,62</b>

Fonte: Do autor (2018).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 3 - Interação entre época de coleta com época de aplicação borra para avaliação de Fitotoxidez no primeiro experimento.

<b>Época coleta borra</b>	<b>Época de aplicação borra</b>	<b>(%) Fitotoxidez</b>
A	Pré-emergência	24,17 a
	Pós-emergência	10,00 b
<b>Época de aplicação borra</b>	<b>Época coleta borra</b>	<b>(%) Fitotoxidez</b>
Pré-emergência	A	24,16 b
	B	15,00 a
	C	14,58 a
<b>CV (%)</b>		<b>24,64</b>

Fonte: Do autor (2018).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a interação das doses de borra para aplicações em pré e pós-emergência, observa-se que, para a aplicação em pré-emergência, a dose de 86,76 gramas obteve maior fitotoxidez, (FIGURA 1 A), já para a aplicação em pós-emergência a dose que provocou maior fitotoxidez foi de 55,83 gramas (FIGURA 1 B).

Tabela 4 - Interação dose de borra com época de aplicação para avaliação de Fitotoxidez no primeiro experimento.

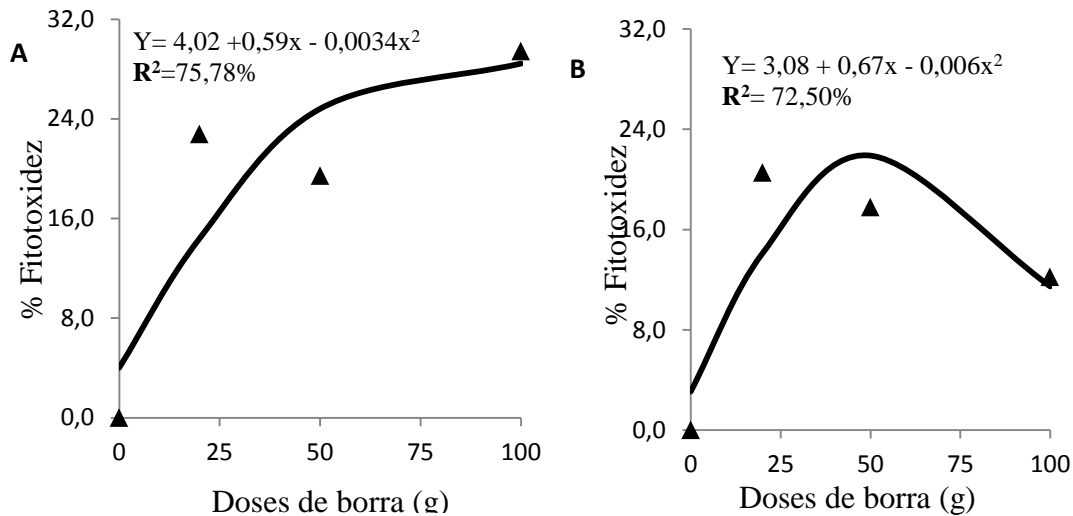
<b>Dose borra</b>	<b>Época de aplicação borra</b>	<b>(%) Fitotoxidez</b>
100 %	Pré-emergência	29,44 a
	Pós-emergência	12,22 b
<b>CV (%)</b>		<b>24,64</b>

Fonte: Do autor (2018).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 1B, a inflexão da curva com o aumento das doses de borra, provocou a inibição do efeito da cafeína, resultado este que pode estar relacionada a algum composto presente na borra. Segundo Minassa (2014), o decréscimo na inibição com o aumento da concentração sugere que os extratos de baixa concentração de café Arábica poderiam conter concentrações de outras substâncias que estimulariam a germinação.

Figura 1 - Interação das doses da borra para aplicações em pré-emergência (A) e pós-emergência (B) para a análise de fitotoxidez no primeiro experimento.



Fonte: Do autor (2018).

Entretanto, Brito et al. (2010) verificaram que o aumento das doses de resíduo de café intensifica o retardamento no crescimento das plântulas de tomateiro, destacando que o efeito inibitório pode estar correlacionado aos metabólitos secundários causadores de alelopátia, como a cafeína.

No segundo experimento, não foi verificada interação entre doses de borra e épocas de aplicação. Observa-se, Tabela 5, que os tratamentos em pré-emergência, independente da dose, resultaram em redução da emergência, do peso seco e da altura das plantas, demonstrando o comportamento da borra na pré-emergência ou pós-emergência inicial, uma vez que foi verificado resíduo da borra sobre o solo nos vasos nos primeiros dez dias após as aplicações, o que permite inferir que esse efeito residual interfere no crescimento da *Urochloa* no seu estágio inicial de desenvolvimento. Waller et al. (1986) descreveram que a cafeína é uma poderosa inibidora do crescimento, podendo acumular no solo próximo as plantas de cafeeiro, sendo fitotóxicas as radículas das plantas jovens da própria espécie, apresentando também controle sobre as invasoras dos cafezais.

Foi constatado por Andrade (2009) em ensaios de atividade alelopática com extratos de casca de café e da borra de café, que estes apresentaram significativos comportamentos inibitórios no crescimento da raiz e da parte aérea da planta daninha, *Panicum maximum*. O mesmo autor descreve que na borra do café encontrou-se quase que exclusivamente a cafeína, o que teria contribuído para a não germinação do capim colônia.

Diante desses resultados, verifica-se que esse resíduo apresenta melhor assimilação no estágio de semente ou apresentam efeito deletério no estágio de plântulas, provocando

alterações no número de feixes vasculares (FERREIRA, A., 2011), o que compromete a absorção de água e nutrientes, haja vista que, nesse estágio, estas são mais sensíveis a estresses do ambiente, resultando menor crescimento das plantas ou menor taxa de emergência.

Tabela 5 - Índice de velocidade de emergência, peso seco e altura da *Urochloa brizantha* com aplicações de borra em pré e pós-emergência segundo experimento

<b>Tratamentos</b>	<b>IVE</b>	<b>Peso seco</b>	<b>Altura</b>
Pré emergência	3,12 a	1,20 a	7,54 a
Pós emergência	3,41 b	1,52 b	8,92 b
<b>CV (%)</b>	<b>9,84</b>	<b>15,13</b>	<b>14,41</b>

Fonte: Do autor (2018).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente a 5% probabilidade pelo teste de Tukey.

Brito et al. (2010) trabalhando com borra de café concluíram que doses acima de 25% na composição do substrato compromete a germinação de sementes de alface. Os autores ainda enfatizam que a composição do resíduo é altamente oleosa, podendo dificultar a retenção de água, fazendo com que a semente em processo de germinação sofra um estresse hídrico comprometendo a germinação.

Em trabalhos realizados com outro resíduo do cafeeiro, como foi o caso do extrato aquoso da palha de café May et al. (2011) encontraram várias substâncias dentre elas, a cafeína, a qual propiciou a inibição no desenvolvimento das plantas avaliadas. Os autores ainda salientam que o extrato da palha de café interferiu no crescimento das plantas, formando plântulas anormais e com maior sensibilidade na raiz, podendo ser observadas necroses e anomalias como o engrossamento e encurvamento, explicando em parte o retorcimento e encurvamento das plântulas de *Urochloa brizantha* nas aplicações de pré-emergência.

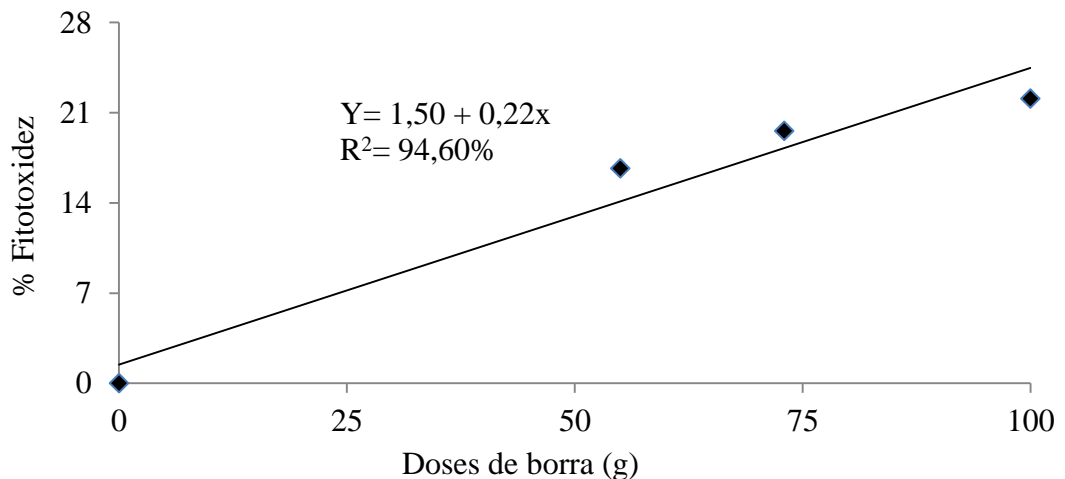
Já a porcentagem de fitotoxidez aumentou linearmente, conforme houve incremento das doses de borra (FIGURA 2) independente da época de aplicação. Provavelmente, a borra apresenta efeito residual prolongado o que justifica a fitotoxidez nas duas épocas de aplicação, resultando em 24,03% de fitotoxidez, com sintomas caracterizados pela descoloração e redução do porte do estande (ROLIM, 1989).

Para o IVE e número de plantas emergidas houve redução dessas variáveis em baixas concentrações do resíduo, estimando como dose máxima de inibição de 50,66 g e 50 g respectivamente, (FIGURA 3 A e B). Isso representa que apenas 33,3 sementes emergiram,

sendo que a partir dessas concentrações observou-se incremento desse parâmetro, demonstrando comportamento semelhante para ambas as variáveis (Figura 3). Torres et al. (2012), trabalhando com sementes de café semeados em substrato com borra, encontraram menor emergência de plântulas e que estas, quando ocorreram, foram mais lentamente do que as semeadas em substrato padrão puro.

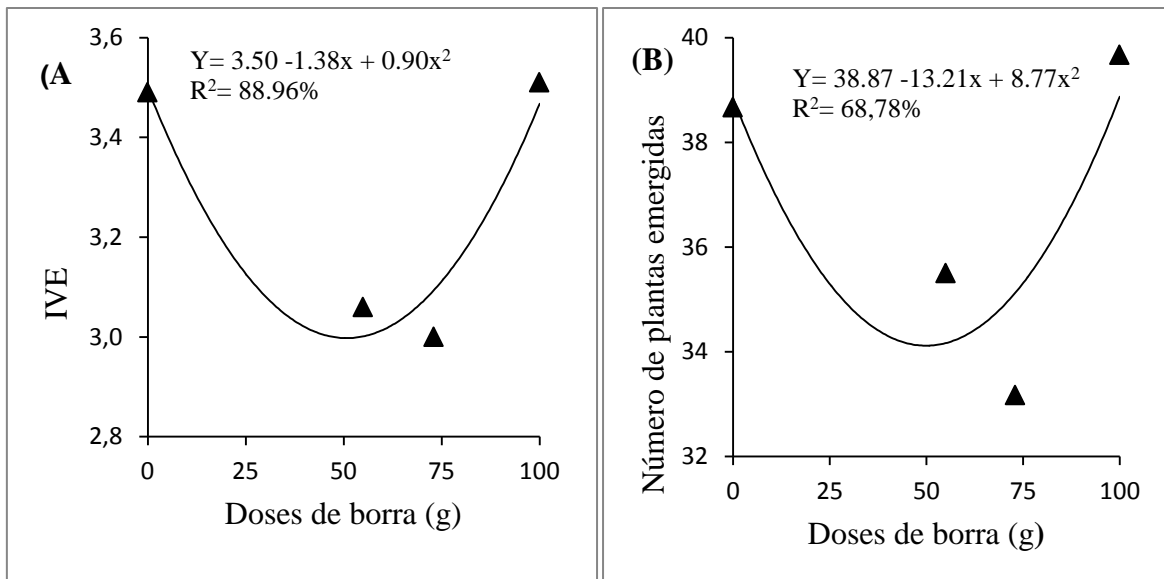
A inflexão da curva, na figura 3, com o aumento das doses da borra, pode estar associado a um composto que esteja inibindo o efeito da cafeína em maiores concentrações do resíduo. Marques (1992) observou que, em substâncias consideradas inibitórias, a germinação possui efeito sobre esse processo em pequenas concentrações, com os inibidores parecendo agir sobre a atividade enzimática e outras atividades fisiológicas da planta, reduzindo a germinação.

Figura 2 - Fitotoxidez da *Urochloa brizantha* em função da aplicação de doses de borra de café no segundo experimento, Lavras, 2018.



Fonte: Do autor (2018).

Figura 3 - Índice de velocidade de emergência (A) e número de plantas emergidas (B) da *Urochloa brizantha* em função de aplicação de doses de borra de café no segundo experimento, Lavras, 2018.



Fonte: Do autor (2018).

Da mesma forma, Andrade (2009) verificou que nos testes em pós-emergência com extrato de diclorometano da borra do café, a inibição do crescimento da raiz foi maior em menores concentrações de 50 e 100  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ , sendo que, na concentração de 200  $\mu\text{g. ml}^{-1}$ , houve maior porcentagem de germinação.

Entretanto, Lima et al. (2017) verificaram que a germinação de aroeira foi inibida, nos tratamentos com resíduo de torrefação do café, em qualquer proporção utilizada, o que se atribui ao efeito alelopático desse resíduo.

Segundo Almeida et al. (2008), a ação dos aleloquímicos é bem variada e as reações bioquímicas resultam em modificações fisiológicas nas plantas como alteração na divisão e diferenciação celular, na permeabilidade das membranas, na atividade enzimática culminando na redução ou inativação da germinação e crescimento das plantas, resultando na perda significativa de crescimento da parte aérea e do sistema radicular.

Mais estudos sobre as características alelopáticas de substâncias produzidas pelos cafeeiros devem ser realizados, haja vista que essa planta apresenta considerável efeito inibitório sobre outras plantas, como é o caso da cultura do alface (MOREIRA et al., 2016).

Vale ponderar que, independente da dose de borra de café, que esse resíduo interferiu no crescimento inicial da *Urochloa*, portanto o descarte desse material *in natura* em corpos aquáticos ou outro ecossistema pode comprometer a emergência de plantas, agravando problemas ambientais, sendo que, na água potável para cidade de Porto Alegre, foi

encontrada uma concentração desse composto de  $2,25 \text{ mg/l}^{-1}$  (CANELA et al., 2014), tendo potencial para comprometer esses ambientes.

#### 4 CONCLUSÕES

O crescimento da *Urochloa brizantha* foi comprometido nas aplicações de borra de café em pré-emergência em ambos os experimentos. Baixas concentrações de borra de café prejudicam a emergência das plântulas.

A porcentagem de fitotoxidez demonstrou comportamento quadrático no primeiro experimento e linear crescente no segundo experimento independente da época de aplicação.

A coleta do resíduo, no momento da aplicação, reduz o índice de velocidade de emergência e aumenta a porcentagem de fitotoxidez.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. D. D. et al. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, Medellín, v. 61, n. 1, p. 4237-4247, 2008.
- ANDRADE, A. P. S. **Análise química e avaliação do potencial alelopático da casca do café (*Coffea arabica*)**. 2009. 90 p. Dissertação (Mestrado em Química)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.
- BRITO, A. D. et al. Influência do pó de café coado na respiração microbiana do solo e sua utilização como substrato. **Revista Acta Tecnológica**, São Luís, v. 5, n. 2, p. 69-83, jul./dez. 2010.
- CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. Piracicaba: Ed. ESALQ, 1983. 349 p.
- CANELA, M. C. et al. **Cafeína em águas de abastecimento público no Brasil**. São Carlos: Cubo, 2014. v. 1, 96 p.
- CHOU, C. H.; WALLER, G. R. Possible allelopathic constituents of *Coffea arabica* L. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 6, p. 643-639, 1980.
- CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, S. A. F. **Avaliação do potencial da borra de café fresca na mineralização do nitrogênio e do fósforo e em culturas hortícolas**. 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente)-Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2015.
- FAN, L.; SOCCOL, C. Shiitake bag cultivayion: parte I, shiitake. In: \_\_\_\_\_. **Coffee residues: mushroom grower's handbook**. Jongno-gu: Mushworld, 2005. p. 92-94.
- FERREIRA, A. D. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar)-Escola Superior de Agrária, Lisboa, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FONTES, J. G. de G. et al. Acúmulo de massa seca em cultivares de *Brachiaria brizantha* submetida a intensidades de desfolhação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, p. 1425-1438, 2014.
- JABRAN, K.; FAROOQ, M. Implications of potential allelopathic crops in agricultural systems. In: CHEEMA, Z. A.; FAROOQ, M.; WAHID, A. (Ed.). **Allelopathy current trends and future applications**. New York: Springer-Verlag, 2013. p. 349-385.

LIMA, L. K. S. et al. Produção de mudas de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em resíduos orgânicos. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 64, n. 1, p. 1-11, fev. 2017.

MAGUIRE, J. D. Speedgermination-aid in selection and evaluation for seed ling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MARQUES, M. A. **Potencial alelopático de resíduos de caruru (*Amaranthus viridis*) incorporado em três tipos de solos, sobre a germinação e crescimento inicial do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*)**. 1992. 125 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

MAY, D. et al. Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica L.*) na germinação e crescimento de pepino(*Cucumis sativus L.*). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, p. 180-186, 2011.

MAZZAFERA, P.; YAMAOKA-YANO, D. M.; VITÓRIA, A. P. Para que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, DF, v. 8, n. 1, p. 67-74, 1996.

MINASSA, E. M. C. **Efeito alelopático da palha de café (*Coffea canephora L.* e *Coffea arábica L.*) sobre plantas cultivadas e espontâneas**. 2014. 93 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.

MOREIRA, M. H. O. et al. Interações alelopáticas sobre o desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa L.* cv. Lavanda) cultivada em solo cafeeiro. **Revista UIIPS**, Cochabamba, v. 4, p. 1-16, 2016.

MUSSATTO, I. S. et al. Production, composition and application of coffee and its industrial residues. **Food and Bioprocess Technology**, Chicago, v. 4, n. 5, p. 661-672, 2011.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477 p.

ROLIM, J. C. **Proposta de utilização da escala European Weed Research Coouncil (EWRC) modificada em ensaios de campos com herbicidas**. Araras: IAA/PLANALSUCAR, 1989. 3 p. Mimeografado.

SANTOS, F. C. et al. Adaptive leaf anatomical characteristics of *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae) genotypes in different environments. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, Maringá, v. 35, p. 579-584, 2013.

SILVA, C. B. et al. Atividade alelopática dos lixiviados de *Asemeia extraaxillaris* (Polygalaceae) sobre o crescimento de *Ipomoea cordifolia*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 215-222, 2016. Suplemento 1.

SILVA, C. P.; RICCI, T. G.; PAGLIOSA, F. M. Extratos vegetais de espécies de plantas do cerrado sul-matogrossense com potencial de bioherbicida e bioinseticida. **INTERBIO**, Dourados, v. 11, p. 33, 2017.

SOARES, C. M. J. et al. Produção de adubos verdes no Cerrado e seus efeitos sobre plantas daninhas. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 13, p. 57-64, 2015.

TORRES, A. J. et al. Emergência de plântulas de cafeeiro em substratos de borra de café. **Revista Agrogeoambiental**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 1-7, 2012.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2012.

WALLER, G. R. et al. Caffeine autotoxicity in *Coffea arabica* L. In: PUTNAM, A. R.; TANG, C. S. E. (Ed.). **The science of allelopathy**. New York: J. Wiley, 1986. p. 243-269.

WANGEN, D. R. B. et al. Borra de café na produção de mudas de alface, *Lactuca sativa* L. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, p. 518, 2015.

ZENG, R. S. Allelopathy: the solution is indirect. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 40, p. 515-516, 2014.

## CAPÍTULO 3 SORO DE LEITE E URINA BOVINA SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o crescimento e a produtividade de grãos do arroz sob doses de urina bovina em aplicações via solo, via foliar e doses de soro ácido de leite, em aplicações no solo com monitoramento dos teores nutricionais e condutividade elétrica. O estudo foi conduzido nas duas fazendas experimentais da Universidade Federal de Lavras. A cultivar utilizada foi a BRSMG Esmeralda, em todos os ensaios, com densidade de 80 sementes metro linear. No primeiro e segundo experimento foram utilizadas 4 doses de urina bovina (0, 5, 10 e 20 v/v%) em duas aplicações via solo e duas via foliar com volume de calda de 4.000 L/ha<sup>-1</sup> em cada aplicação nos dois anos agrícolas. O terceiro experimento, com soro de leite foi empregado 7 doses (0, 5, 10, 20, 50, 100 e 150 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>) divididas em duas aplicações via solo. Não foram aplicadas adubações de cobertura em nenhum experimento. Determinou-se a produtividade e o crescimento das plantas, por meio da área foliar, estatura de plantas, índice de clorofila, severidade de doenças e peso de 1000 grãos. Nos tratamentos com soro ácido de leite foi monitorado no solo na profundidade de 0 a 20 cm os teores de K, Na, SB, T, pH, condutividade elétrica, porcentagem sódio trocável e razão de adsorção de sódio. Verificam-se efeitos das doses de urina para aplicação via solo para área foliar. Foi observado que houve interação com os tratamentos de urina bovina aplicada via foliar com os anos agrícolas para índice de clorofila e produtividade. Para os demais caracteres, verificou-se falta de resposta em todos os tratamentos e resíduos utilizados. Essa ausência de resultados está relacionada ao baixo teor de nitrogênio presente na amostra da urina bovina, sendo que para os teores de fósforo e potássio no solo, estes estão acima do nível crítico, limitando o acréscimo de produtividade. Para os resultados do experimento com soro ácido de leite, a ausência de resultados pode estar associada, aos níveis de fertilidade da área e à compactação do solo, reduzindo a infiltração do soro, limitando o crescimento e a produtividade. O incremento de doses de soro elevou a condutividade elétrica e porcentagem de sódio trocável em 1,75 e 7,75 em relação à testemunha, mas não provocaram o processo de sodificação e salinização do solo, mesmo assim, o soro apresenta potencial de sodificação com base nos resultados da razão de adsorção de sódio. Conclui-se que a urina bovina e soro de leite não foram eficientes no crescimento e produtividade de grãos da cultura do arroz. Doses mais elevadas de soro de leite apresentam potencial para a sodificação do solo.

**Palavras-chave:** Fertilidade. Sódio. Salinização. Resíduos orgânicos.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the growth and productivity of rice grains under bovine urine in soil, leaf and acid sorghum doses, in soil applications with monitoring of nutritional contents and electrical conductivity. The study was conducted in the two experimental farms of the Federal University of Lavras. The cultivar used was the BRSMG Esmeralda, in all the trials, with density of 80 seeds linear meter. In the first and second experiments, four doses of bovine urine (0, 5, 10 and 20 v / v%) were used in two applications via soil and two foliar route with a volume of 4000 L / ha-1 in each application in the two years. In the third experiment, 7 doses (0, 5, 10, 20, 50, 100 and 150 m<sup>3</sup> / ha-1) were divided into two applications via soil. No cover fertilizer was applied in any experiment. Plant productivity and growth were determined by leaf area, plant height, chlorophyll index, disease severity and weight of 1000 grains. In the treatments with milk acid serum, the contents of K, Na, SB, T, pH, electrical conductivity, exchangeable sodium percentage and sodium adsorption ratio were monitored in the soil at 0 to 20 cm depth. There is an effect of urine doses for application via soil to leaf area. It was observed that there was interaction with the treatments of bovine urine applied via foliar with the agricultural years for chlorophyll index and productivity. For the remaining characters, there was a lack of response in all treatments and residues used. This lack of results is related to the low nitrogen content present in the bovine urine sample, and for phosphorus and potassium contents in the soil, these are above the critical level limiting the increase of productivity. For the results of the milk acid whey experiment the absence of results may be associated with the area fertility levels and soil compaction, reducing serum infiltration, limiting growth and yield. The increase in serum doses increased the electrical conductivity and exchangeable sodium percentage by 1.75 and 7.75 in relation to the control, but did not provoke the process of sodification and salinization of the soil, even though the serum had a potential for sodification with based on the results of the sodium adsorption ratio. It was concluded that bovine urine and whey were not efficient in growth and grain yield of rice culture. Higher doses of whey present potential for soil sodification.

**Key words:** Fertility. Sodium. Salinization. Organic waste.

## 1 INTRODUÇÃO

Em razão da importância social e econômica do arroz (PORTUGAL et al., 2015), no abastecimento de alimento de alto valor nutritivo a qual contribui significativamente no suprimento das necessidades de alguns minerais da dieta (JULIANO et al., 2016), esse é um produto de custo acessível as populações mais desprovidas economicamente.

Além da importância social esse cereal também apresenta-se como opção na diversificação de culturas sucessoras em cultivo solteiro ou intercalar nas propriedades agrícolas, permitindo associar as práticas da pecuária, da indústria leiteira com a orizicultura, principalmente no âmbito da agricultura familiar. Visando a usufruir do efeito sinérgico desses serviços agrícolas, pode se fazer o uso do soro de leite e da urina bovina no estímulo ao crescimento e produtividade dessa cultura.

A urina bovina é um resíduo do rebanho leiteiro e de corte e o soro de leite é um subproduto da fabricação de queijos, sendo proveniente da separação da caseína e da gordura do leite (PAULA et al., 2011). No soro, as caseínas são coaguladas em meio ácido obtendo o soro de leite ácido e quando coaguladas em meio enzimático é designado de soro de leite doce (ALVES et al., 2014).

Esses resíduos apresentam potencial para serem aplicados como fertilizante agrícola, o que possibilita aos agricultores reduzirem a dependência de insumos externos o que minimiza os custos de produção, pois, no caso da urina bovina, além de fornecer nutrientes, manifesta efeito defensivo e promotor de crescimento (ALENCAR et al., 2012). Em contrapartida quando manejados de forma incorreta, os resíduos podem ser contaminantes de água e solo provocando grande passivo ambiental, devendo ser administrado de forma correta.

No Brasil, no ano de 2017 a produção de soro de leite foi estimada em 2,7 milhões de toneladas (BRASIL, 2017) com número estimado do rebanho bovino de 218 milhões em 2016 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2017). Em razão da grande quantidade desse resíduo, as indústrias têm utilizado o soro de leite em várias processos produtivos como a produção de novos produtos alimentícios e medicamentos (ZAVAREZE et al., 2010).

Entretanto, esse processo é dificultado, por ser o soro um produto perecível, limitando seu armazenamento por um período prolongado, associado ao fato de que, para a construção dessas instalações são necessários elevados investimentos, tornando-se uma prática de pequena viabilidade para pequenos empresários. Dessa forma, a maior parte desse resíduo ainda é descartada (SILVA et al., 2018; SIQUEIRA et al., 2013). Já a urina bovina, à

utilização ocorre em pequenas propriedades para aplicações nas culturas, sendo o restante descartado juntamente com o estrume.

Para contornar esse problema e conceder uma destinação adequada a esses resíduos, alguns autores já estudam a viabilidade técnica para utilização na agricultura, da urina bovina e do soro de leite, haja vista a capacidade de fornecer nutrientes. Oliveira et al. (2012) testando doses de urina bovina, via solo e via foliar, na cultura da beterraba, verificaram maiores massas de matéria seca de limbo, matéria seca de pecíolo e massa de raízes absorventes em aplicações via solo.

Montovani et al. (2015) concluíram que o fornecimento de soro ácido de leite aumenta os teores de P-disponível e K, incrementando a produção de matéria seca de plantas de milho e os teores de N, P, K e Ca na parte aérea, enfatizando que doses de até 200 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup> devem ser utilizada de forma associada à adubação mineral. Entretanto, a aplicação desse resíduo deve ser monitorada em função dos teores de sódio presente, o que pode ocasionar a sodificação do meio, além de acarretar a dispersão da argila provocando o adensamento do solo (FRENKEL; GOERTZEN; RHOADES, 1978).

A utilização desses resíduos em pesquisas voltadas para o agronegócio visa também a alavancar o modelo de logística reversa, que visa a reduzir a exaustão dos sistemas tradicionais de disposição final, por meio da reciclagem, reuso e retorno ao ciclo de produtivo (LEITE, 2015).

Lopes e Tonini (2013) afirmam que os benefícios da logística reversa estão além das imposições legais, podendo trazer ganhos diretos e indiretos a várias cadeias produtivas como é o caso da agricultura. Essa visão do processo inverso se torna mais importante ainda uma vez que os resíduos provenientes de atividades agrossilvipastoris e agroindustriais estão aumentando consideravelmente a cada ano (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA, 2012).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento e a produtividade de grãos de arroz sob doses de urina bovina em aplicações via solo e via foliar e doses de soro de leite ácido, em aplicações no solo monitorando os teores nutricionais, condutividade elétrica do solo e classificar o soro quanto ao potencial de sodicidade e salinidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro experimento com urina bovina foi conduzido no ano agrícola de 2016/2017, em Lavras, na fazenda experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizado a 919 m de altitude nas coordenadas geográficas de 21° 14' 43" de latitude sul e a uma longitude 44° 59' 59" oeste. O segundo e terceiro experimento foram realizados no ano agrícola 2017/2018, com doses de urina bovina e soro ácido de leite, sendo executados na fazenda experimental do Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA (CDCT) – Fazenda Muquém, na Universidade Federal de Lavras, situado a 910 m de altitude nas coordenadas 21°15'S de latitude e 45°00'W de longitude, ambos em Latossolo Vermelho-Amarelo. Procedeu-se análise química e física do solo, nos dois anos agrícolas, no laboratório de análises de solo da UFLA, seguindo metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997), determinando os seguintes teores expressos nas Tabelas 1 e 2.

A semeadura do arroz no primeiro experimento foi realizada após a aração e gradagem em área anteriormente cultivada com a mesma cultura. O segundo e terceiro experimento, foram conduzidos com semeadura realizada em sistema de plantio direto. As culturas anteriores nessa área foram milho na safra e feijão na safrinha. Para todos os ensaios a cultivar utilizada foi a BRS Esmeralda, com semeadura realizada em densidade de 80 sementes metro linear.

Tabela 1 - Análise química e física do solo, da fazenda Experimental do Departamento de Agricultura da UFLA, na safra agrícola 2016/2017.

pH	K	P	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----			-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
5,9	80,76	8,38	-	2,64	0,70	0,10	2,54
SB	t	T	V	m	MO	P-rem	Zn
-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----		-----%-----		dag/kg	mg/L	mg/dm <sup>3</sup>	
3,55	3,65	6,09	58,24	2,74	1,70	27,66	3,87
Fe	Mn	Cu	B	S	Argila	Silte	Areia
-----mg/dm <sup>3</sup> -----				-----dag/kg-----			
96,39	24,01	0,69	0,08	18,70	45	31	46

Fonte: Do autor (2018).

Tabela 2 - Análise química e física do solo, da Fazenda Experimental do CDCT, na safra agrícola 2017/2018.

pH	K	P	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----			-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
5,8	155,62	42,62	-	3,01	0,84	0,11	3,82
SB	t	T	V	m	MO	P-rem	Zn
-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----			-----%-----	dag/kg		mg/L	mg/dm <sup>3</sup>
4,25	4,36	8,07	52,65	2,52	2,37	28,26	4,88
Fe	Mn	Cu	B	S	Argila	Silte	Areia
-----mg/dm <sup>3</sup> -----				-----dag/kg-----			
53,52	14,40	0,25	0,03	7,19	58	5	39

Fonte: Do autor (2018).

A adubação de plantio em todos os experimentos foi conduzida, seguindo recomendações de Souza, Lobato e Rein (2004) e Vilar (2007), para uma produtividade esperada de 4t/ha<sup>-1</sup>, aplicando 200 kg de 04-14-08 no plantio, não realizando a adubação de cobertura. A semeadura e colheita do primeiro e segundo ano agrícola ocorreram respectivamente em outubro de 2016 a fevereiro de 2017 e novembro de 2017 a abril de 2018.

Os três experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados (DBC), com parcelas constituídas por três linhas de três metros de comprimento e 0,35 metros entre fileira, onde a linha central era a parcela útil.

O primeiro e segundo experimento, nos dois anos agrícolas, foi executado no fatorial quatro doses de urina bovina via solo e quatro doses via foliar, totalizando 16 tratamentos, nos respectivos percentuais volume/volume (%v/v) nas duas modalidades de aplicação (0, 5, 10 e 20 %v/v) com três repetições, divididas em duas aplicações via solo aos 20 e 40 dias após a emergência (DAE) e duas aplicações via foliar aos 60 e 80 DAE. Cada parcela, em cada aplicação, recebeu um volume de calda equivalente a 4000 litros/ha<sup>-1</sup>.

As aplicações foram realizadas na parte da manhã, por meio de pulverizadores costais, utilizando de ponta de pulverização de jato plano modelo 110-04 via solo e via foliar com ponta de pulverização de jato cônico vazio modelo 8002.

A urina utilizada foi coletada em cada ano agrícola, de vacas em lactação, de rebanho leiteiro do Departamento de Zootecnia/UFLA, com a coleta da urina de 60 vacas no período de dois dias, ocorrendo essa prática antes da primeira ordenha pela manhã. A quantidade total desse resíduo foi coletada, 20 dias antes da primeira aplicação que foi armazenada em recipiente plástico desinfetado, que foi mantido vedado e armazenado em abrigo para a

realização das aplicações de cada ano, sendo aberto o recipiente apenas no momento de cada aplicação. Uma amostra da urina bovina foi enviada ao Laboratório IBRA para determinar os teores nutricionais, contidos na Tabela 3.

O terceiro ensaio foi composto por sete tratamentos nas respectivas doses de soro ácido de leite (0, 5, 10, 20, 50, 100 e 150 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>) com 4 repetições com metade dessas doses aplicadas aos 20 dias e a outra parcela aos 40 dias após a emergência, utilizando regadores. O soro ácido de leite foi cedido pela empresa Verde Campo na cidade de Lavras, coletadas no dia anterior a cada aplicação. Os teores nutricionais do soro de leite, enviados ao laboratório IBRA, estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros químicos e de densidade da Urina Bovina e soro ácido de leite.

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>
	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>g</b>	<b>ppm</b>
Urina	1,9	15,2	4,2	0	0,3	0,1	0	0
Soro	3,7	---	1,5	0,3	0,1	0,3	0	0
	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Na</b>	<b>Zn</b>	<b>Mo</b>	<b>CE</b>	<b>pH</b>	<b>ρ***</b>
	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>ppm</b>	<b>dS/m<sup>-1</sup></b>		<b>g/ml</b>
Urina	0	0	128,2	0	415,7	---	---	1,00
Soro	269,00	0	730,15	3,44	260,66	0,16	3,5	1,04

Fonte: Do autor (2018).

\*\*\*Massa específica

Após cada aplicação, no período da tarde foi realizada a irrigação, para limitar que a ação dos resultados possa ser reflexo da água presente no resíduo. A semeadura e colheita desse experimento ocorreram nas mesmas épocas que o experimento com urina bovina no ano agrícola 2017/2018.

Para o manejo de plantas daninhas, foram utilizados os herbicidas: Pendimethalin (Herbadox®) em pré-emergência e Metsulfuron-methyl (Ally®) em pós-emergência, seguida de duas capinas manuais. As irrigações foram realizadas por aspersão. Esses manejos foram os mesmos em todos os experimentos.

Em cada tratamento de soro ácido de leite, foram coletados quatro subamostras de solo com trado para a profundidade de 0 a 20 cm, uma em cada parcela, para avaliação dos teores de K, Na, SB, T, pH, condutividade elétrica (CE), porcentagem de sódio trocável (PST) e razão de adsorção de sódio (RAS), segundo metodologias descritas pela EMBRAPA (1997):

$$\text{PST (\%)} = (\text{Na}^+/\text{CTC}) \times 100$$

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

com as concentrações de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  expressas em ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ). Classificou-se a salinidade e sodicidade do soro ácido de leite e a sodicidade da urina bovina com base nos valores de condutividade elétrica e RAS respectivamente (RICHARDS, 1954).

Em todos os ensaios foram avaliados os seguintes caracteres na área útil:

- a) Área foliar de oito plantas, medindo o comprimento e a maior largura da folha bandeira, após a expansão completa, multiplicado pelo índice de correção de 0,74 calculando a área foliar final em  $\text{m}^2$   $\text{AF} = \text{C} * \text{L} * 0,74$  (TIVET et al., 2001);
- b) Altura de cinco plantas por parcela (distância entre a superfície do solo até ápice da folha bandeira) em centímetros;
- c) Índice de clorofila total, realizado no estágio de florescimento na folha bandeira, em duas leituras por folha, utilizando medidor eletrônico clorofiLOG, modelo CFL 1030;
- d) Severidade de doenças, avaliando brusone, brusone de pescoço, mancha de grãos, escaldadura, mancha parda, com a análise no estágio de florescimento e uma semana antes da colheita, utilizando a escala International Rice Research Institute (IRRI, 1996), em que: nota 0 - sem incidência; nota 1 - menor que 5% de folhas infectadas; nota 3 - de 5% a 10% de folhas infectadas; nota 5 - entre 11% e 25% de folhas infectadas; nota 7 - entre 26% e 50% de folhas infectadas e nota 9 - maior do que 50% de folhas infectadas;
- e) Produtividade de grãos - em gramas por parcela, ajustadas para  $\text{kg}/\text{ha}^{-1}$ ;
- f) Peso de 1000 grãos - peso de 100 grãos, repetidos oito vezes, sendo a média obtida multiplicada por 10;
- g) Renda - porcentagem de arroz beneficiado (limpo), decorrente do processamento do arroz em casca;
- h) Rendimento - porcentagem de grãos inteiros resultantes do benefício dos grãos de arroz;
- i) Peso seco da parte aérea de todas as plantas no raio de 0,5 metro/linear.

Após a coleta dos dados, procedeu-se análise conjunta para os dois anos agrícolas nos tratamentos com urina bovina e análise individual para o experimento com soro ácido de leite. Para as análises quantitativas foram usados os modelos polinomiais para o efeito de doses do insumo. O critério para a escolha do modelo foi a significância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro que tenha apresentado maior valor de coeficiente de determinação ( $r^2$ ). A análise estatística foi realizada no software Sisvar (FERREIRA, 2011). Foi verificada a normalidade dos dados de acordo com teste Lilliefors (CAMPOS, 1983), por meio do aplicativo genes (CRUZ, 2013). Os dados que não apresentaram distribuição normal, foram transformados pela equação  $(x + 1)^{0,5}$ .

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A precisão experimental para as doses de urina bovina e soro foram consideradas adequadas, com exceção para o peso seco e produtividade nos dois anos agrícolas com urina bovina e no experimento com soro, que apresentaram coeficiente maior que 20% (TABELA 4 e 7) o que pode mascarar as diferenças que poderiam ter ocorrido, haja vista que, para produtividade, foi encontrada diferença entre os tratamentos de mais de 0,62 tonelada no ano agrícola 2016/2017 com doses de urina bovina aplicadas via foliar (TABELA 5).

#### **3.1 Urina Bovina**

Nos experimentos com urina bovina, foi observado efeito significativo das doses em aplicação via solo para área foliar. Para índice de clorofila e produtividade os resultados significativos foram no ano agrícola de 2017/2018 para aplicações via foliar, sendo que a dose de 5% (v/v) foi a que proporcionou maior expansão da área foliar o que refletiu na produtividade (TABELAS 4 e 5).

Por meio da Tabela 6, observa-se que a safra agrícola do ano de 2016/2107 resultou em efeito significativo maior que a safra de 2017/2018 para todos os caracteres, com exceção para peso de 1000 grãos e renda, resultado este que está atrelado às condições edafoclimáticas distintas; e não a maior resposta dos tratamentos utilizados, haja vista que estes não diferenciaram entre si, mesmo na ausência dos resíduos (TABELAS 4 e 6).

Para as demais características avaliadas, não se identificou efeito das doses e das interações analisadas (TABELA 4). Para a severidade de doenças nos dois anos agrícolas, independente da dose e do resíduo utilizado não foi verificada a ocorrência de patógenos.

Tabela 4 - Resumo da Anava nos dois anos agrícolas para o experimento com doses de urina bovina para os caracteres área foliar, peso 1000 grãos, clorofila, altura, peso seco, renda, rendimento e produtividade.

FV	GL <sup>1</sup>	AF <sup>2</sup>	Peso <sup>3</sup>	Clo <sup>4</sup>	Alt <sup>5</sup>	PS <sup>6</sup>	Ren <sup>7</sup>	Rendi <sup>8</sup>	Produ <sup>9</sup>
P < 0,05									
(A) <sup>10</sup>	3	0,04	0,14	0,68	0,49	0,36	0,82	0,29	0,25
(B) <sup>11</sup>	3	0,88	0,36	0,18	0,94	0,21	0,39	0,59	0,67
(C) <sup>12</sup>	1	0,00	0,82	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00
A*B	9	0,57	0,68	0,88	0,21	0,75	0,61	0,29	0,08
A*C	3	0,37	0,96	0,52	0,23	0,95	0,05	0,17	0,28
B*C	3	0,39	0,12	0,03	0,09	0,78	0,06	0,69	0,04
A*B*C	9	0,24	0,76	0,70	0,70	0,68	0,60	0,87	0,81
D <sup>13</sup> (C <sup>12</sup> )	4	0,00	0,50	0,00	0,00	0,86	0,04	0,16	0,00
CV(%)	-	12,28	6,12	9,14	6,84	36,88	9,09	13,40	25,21

Fonte: Do autor (2018).

<sup>1</sup>Grau de liberdade, <sup>2</sup>Área foliar, <sup>3</sup>Peso de 1000 grãos, <sup>4</sup>Clorofila, <sup>5</sup>Altura, <sup>6</sup>Peso seco, <sup>7</sup>Renda, <sup>8</sup>Rendimento, <sup>9</sup>Produtividade, <sup>10</sup>Solo, <sup>11</sup>Foliar, <sup>12</sup>Safra, <sup>13</sup>Bloco.

Tabela 5 - Doses de urina bovina via solo para média da área foliar nos dois anos agrícolas e índice de clorofila e produtividade em função de doses de urina bovina aplicadas via foliar na interação com os anos agrícolas.

Doses (%)	AF <sup>1</sup>	2016/2017 IC <sup>2</sup>	2017/2018 IC <sup>2</sup>	2016/2017 Pro <sup>3</sup>	2017/2018 Pro <sup>3</sup>
0	23,32 a2	46,95 a1	50,97 a1	5059,52 a1	2288,09 a1
5	23,21 a2	45,49 a1	56,12 a2	4430,55 a1	3001,58 a2
10	21,61 a1	48,36 a1	52,42 a1	4681,90 a1	2160,32 a1
20	23,90 a2	47,58 a1	56,29 a2	4907,22 a1	2199,20 a1

Fonte: Do autor (2018).

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>Índice de clorofila<sup>2</sup> Área Foliar, <sup>3</sup>Produtividade.

Tabela 6 - Área foliar, peso 1000 grãos, clorofila, altura, peso seco, renda, rendimento e produtividade nos dois anos agrícolas.

Safra	AF <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	Peso <sup>3</sup>	Clo <sup>4</sup>	Alt <sup>5</sup>	PS <sup>6</sup>	Ren <sup>7</sup>	Rendi <sup>8</sup>	Produ <sup>9</sup>
2016/2017	25,32 a1	24,14 a	53,95 a1	87,46 a1	47,52 a1	67,75 a1	46,96 a1	4769,79 a1
2017/2108	20,70 a2	24,07 a	47,10 a2	66,71 a2	37,62 a2	69,73 a2	37,16 a2	2412,79 a2

Fonte: Do autor (2018).

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

A falta de significância dos resultados para os tratamentos pode ser decorrente de vários fatores, conforme observações feitas por Hanisch, Fonseca e Vogt (2012) que, pesquisando o efeito de urina bovina a 10%, verificaram que essa concentração também não contribui de forma significativa para a produtividade da cultura do milho. Os mesmos autores ressaltam que esta ausência de diferença entre os tratamentos, pode estar relacionada ao manejo de solo adotado, em especial ao efeito residual da cultura anterior.

No caso do trabalho com urina bovina, essa ausência de resultados, provavelmente, ocorreu, em razão do teor de N, sendo que a diferença do conteúdo desse nutriente entre a maior dose do resíduo e a ausência é de 6 kg, o que limita o crescimento e produtividade.

Para o fósforo e potássio observa-se, na Tabela 1 e 2, que estes dois nutrientes estão acima do nível crítico (SOUZA; LOBATO; REIN, 2004; VILAR, 2007), condição que é necessário apenas adubação de manutenção, não apresentando os tratamentos, independente da dose, reflexo sobre o aumento de produtividade.

Na literatura, encontram-se algumas pesquisas que apresentam doses elevadas do fertilizante nitrogenado para a cultura do arroz, nas quais não se identificou diferença entre os caracteres avaliados. Dessa forma, Fidelis et al. (2012) realizando estudos em ambientes com baixo e alto nível de nitrogênio, utilizando-se 20 kg/ha<sup>-1</sup> e 120 kg/ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, por ocasião do perfilhamento, concluíram que a única cultivar que respondeu ao acréscimo do fertilizante foi a BRSMG Curinga, resultado este que está associado a eficiência de uso do N para cada cultivar.

Além da eficiência de uso de N para cada cultivar, constata-se que a resposta à aplicação de nitrogênio para a cultura do arroz pode estar associada a fatores fisiológicos da cultura como época de aplicação. Cornélio et al. (2007) afirmaram que a aplicação parcelada do nitrogênio deve acontecer em maior concentração próxima à diferenciação dos primórdios florais, onde o aproveitamento desse nutriente é mais eficiente em função da maior produção da enzima da redutase do nitrato.

Infere-se, com base nas informações obtidas, que os teores nutricionais da urina bovina modificam bastante entre o rebanho utilizado, visto que os teores verificados, neste trabalho, são bem diferentes do que consta na literatura a exemplo dos valores contidos nos estudos de Oliveira et al. (2010) e Vêras et al. (2014). Na análise de urina bovina deste estudo, o maior teor diagnosticado foi o de fósforo (TABELA, 3), desse modo novos ensaios com este resíduo devem ser realizados com base nesse teor, fazendo, portanto, a complementação para os demais nutrientes.

Na análise química da urina não foi verificada capacidade de sodificação, tendo em vista que o valor de RAS foi de 0,49 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, o qual apresenta baixo teor de sódio, podendo ser utilizada em quase todos os solos (RICHARDS, 1954).

### 3.2 Soro de leite

No ensaio com doses de soro, não se verificou diferença significativa entre os tratamentos (TABELA 7). A falta de significância para os caracteres pode estar associada à compactação do solo, em decorrência do sistema de plantio direto; fator que pode ter limitado a infiltração do resíduo, refletindo sobre o crescimento das plantas.

Mesmo que a aplicação do soro na maior dose tenha proporcionado o aumento do potássio e nitrogênio, tendo em vista os teores contidos na Tabela 3, verifica-se que a produtividade média das parcelas do primeiro experimento com urina bovina é 1,73 vezes maior que no segundo e terceiro experimento, independente do resíduo e dose utilizada, sendo portanto um indicativo que outros fatores e não os nutricionais podem ter limitado o acréscimo de produtividade.

Tabela 7 - Resumo da ANAVA para doses de soro de leite na safra 2017/2018 para área foliar, peso de 1000 grãos altura, índice de clorofila, peso seco, produtividade de grãos, renda e rendimento, Lavras, MG.

FV	GL <sup>1</sup>	AF <sup>2</sup>	Peso <sup>3</sup>	Clo <sup>4</sup>	Alt <sup>5</sup>	PS <sup>6</sup> (g)	Ren <sup>7</sup>	Rendi <sup>8</sup>	Produ <sup>9</sup>
P < 0,05									
Doses	6	0,15	0,09	0,82	0,22	0,11	0,62	0,99	0,19
Bloco	3	0,47	0,00	0,00	0,46	0,61	0,49	0,92	0,91
CV(%)	-	9,2	4,75	8,97	5,09	30,37	4,87	9,31	29,25

Fonte: Do autor (2018).

<sup>1</sup>Grau de liberdade, <sup>2</sup>Área foliar, <sup>3</sup>Peso de 1000 grãos, <sup>4</sup> Clorofila, <sup>5</sup>Altura, <sup>6</sup>Peso seco, <sup>7</sup>Renda, <sup>8</sup> Rendimento, <sup>9</sup>Produtividade.

Essa falta de resposta também é verificada em outros trabalhos com a cultura do arroz, com a aplicação de fertilizantes minerais. Dias, Silva e Maia (2010) observaram em sua pesquisa que os tratamentos apresentaram comportamentos diferenciados, embora com resultado significativo apenas para o efeito do nitrogênio com dose de 105 kg/ha<sup>-1</sup> aplicado de maneira isolada, no início do perfilhamento e na diferenciação floral, sendo que as interações com doses de NP, NK, PK e NPK não apresentaram diferenças para a produtividade.

Mantovani et al. (2015), estudando o efeito de doses de soro ácido de leite, detectaram que doses de  $200 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$  não foram suficientes para incrementar a exigência nutricional do milho, provocando limitações no crescimento da cultura, devendo o resíduo ser associado à adubação mineral.

Resultados mais expressivos com soro foram verificados por Morrill et al. (2011), os quais desenvolveram trabalhos com a cultura do milheto e do sorgo sem aplicação de fertilizantes, utilizando soro de leite doce em aplicações parcelada. Esses autores concluíram que o maior acúmulo de matéria seca foi com  $370$  e  $667 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$  do resíduo, sendo que a partir dessas doses houve fitotoxidez das culturas.

Para os valores T e pH, identifica-se uma tendência de redução comparados à dose 0 do resíduo (TABELA 8). Provavelmente, essa redução não ocorre de forma linear, haja vista que esses teores antes da aplicação não se apresentam de maneira homogênea nos solos, podendo apresentar grande variabilidade espacial. Para o pH, essa redução já era esperada, considerando que o resíduo utilizado é ácido (TABELA 3).

Já para os teores de K, observou um aumento proporcional com as doses do soro de leite, (TABELA 8). Da mesma forma, esse resíduo disponibilizou grande quantidade de N, o que possibilita realizar a recomendação de soro, com base no teor desse nutriente. Contudo, essa recomendação deve ser realizada com cautela, haja vista que esse resíduo pode provocar aumento na condutividade elétrica e nos teores de sódio do solo.

Tabela 8 - Teores no solo de potássio, sódio, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), pH, condutividade elétrica (CE), porcentagem de sódio na CTC (PST) e razão de adsorção de sódio (RAS), em função das doses de soro de leite, Lavras, MG.

Doses ( $\text{m}^3/\text{ha}^{-1}$ )	K $\text{mg}/\text{dm}^3$	Na	SB $\text{cmolc}/\text{dm}^3$	T	pH	CE $\text{dS}/\text{m}^{-1}$	PST (%)	RAS $\text{cmolc}/\text{dm}^3$
0	75,68	0,007	5,23	8,03	6,3	0,04	0,08	0,004
5	78,64	0,021	5,25	7,76	6,5	0,04	0,27	0,013
10	79,96	0,021	4,28	8,15	5,9	0,04	0,25	0,015
20	91,15	0,021	4,85	7,95	6,1	0,05	0,26	0,014
50	80,06	0,021	4,12	7,94	5,7	0,05	0,26	0,015
100	104,07	0,053	4,40	7,64	6,0	0,06	0,70	0,037
150	135,00	0,049	4,57	7,84	6,1	0,07	0,62	0,034

Fonte: Do autor (2018).

Nesse sentido, esta foi avaliada e a condutividade elétrica do efluente foi de  $0,16 \text{ dS/m}^{-1}$  e a RAS é de  $2,94 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ , classificando este como C1S4, correspondente ao risco de baixa salinidade, não trazendo problemas para o solo e para os cultivos, podendo ser utilizado na maior parte das culturas, no entanto, para o RAS verificou-se teor muito alto a qual impossibilita seu uso para a irrigação (RICHARDS, 1954).

Mesmo que a metodologia utilizada, no presente trabalho, empregue seu uso em apenas duas aplicações, este promoveu o incremento dos teores de Na, influenciou o aumento da CE, PST e RAS, no solo (TABELA 8), não sendo suficiente para provocar salinização ou sodificação do solo. Para ocorrer essa alteração, o valor de condutividade elétrica deve ser maior que  $4 \text{ dS/m}^{-1}$  e PST ser maior que 15% (EMBRAPA, 2013), devendo-se portanto, monitorar esse teor para impedir que processos de sodificação e salinização ocorram.

Mesmo que as doses utilizadas não tenham provocado processo de salinização ou sodificação do solo, destaca-se que, a maior dose de soro elevou os teores de K, Na, CE, PST e RAS respectivamente em 1,78; 7,0; 1,75; 7,75 e 8,5 vezes quando comparada à testemunha (TABELA 8). Novas pesquisas com maiores doses, devem avaliar se esses parâmetros podem estar comprometendo as características químicas e físicas do solo, considerando que esse resíduo apresenta potencial de salinização sódica dos solos (SANTOS; SILVA; SANTOS, 2013).

Quanto ao valor de RAS no solo, esta merece atenção especial, uma vez que variou na menor dose para a maior dose de 0,004 a 0,034 (TABELA 7). Seu aumento pode ocasionar decréscimo na condutividade hidráulica (ARIENZO et al., 2012) limitando a oxigenação e disponibilidade de água

#### **4 CONCLUSÕES**

A urina bovina e soro ácido de leite nas doses utilizadas não proporcionam incremento de crescimento e produtividade de grãos nas condições e metodologia proposta.

O soro ácido de leite apresenta potencial para a sodificação do solo.

O soro ácido de leite pode ser utilizado como fonte de nitrogênio e potássio.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, T. A. S. et al. Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 53-67, jul./set. 2012.
- ALVES, M. P. et al. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, p. 212, 2014.
- ARIENZO, M. et al. The relative effects of sodium and potassium on soil hydraulic conductivity and implications for winery wastewater management. **Geoderma**, Amsterdam, v. 173/174, p. 303-310, 2012.
- BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relatórios de produtos por UF**. Brasília, DF, 2017.
- CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. Piracicaba: Ed. ESALQ, 1983. 349 p.
- CORNELIO, V. M. de O. et al. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de doenças, produção e qualidade sanitária das sementes de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 47-52, jan./fev. 2007.
- CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- DIAS, A. F. S.; SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S. Resposta do arroz de sequeiro à adubação com NPK em solos do município de Ji-Paraná/Rondônia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, p. 120-124, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2013. 353 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 247 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIDELIS, R. R. et al. Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 124-128, mar. 2012.
- FRENKEL, H.; GOERTZEN, J. O.; RHOADES, J. D. Effects of clay type and content, exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration on clay dispersion and soil hydraulic conductivity. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 42, n. 1, p. 32-39, 1978.
- HANISCH, A. L.; FONSECA, J. A.; VOGT, G. A. Adubação do milho em um sistema de produção de base agroecológica: desempenho da cultura e fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 7, p. 176-186, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa pecuária municipal 2016, tabela 3939**: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho, 1974 a 2016. Rio de Janeiro, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvipastoril e agroindústrias associadas**: relatório de pesquisa. Brasília, DF, 2012.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**. Manila, 1996. 52 p.

JULIANO, B. O. Rice: role in diet. In: \_\_\_\_\_. **Encyclopedia of food and health**. New York: Elsevier, 2016. p. 641-645.

LEITE, P. R. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2015.

LOPES, A. C. V.; TONINI, M. C. de S. M. A logística reversa com embalagens vazias de agrotóxico: um estudo na associação de revendedores de agrotóxico no Brasil. **Organizações e Sustentabilidade**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 54-72, jul./dez. 2013.

MANTOVANI, J. R. et al. Soro ácido de leite como fonte de nutrientes para o milho. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 324-329, abr. 2015.

MORRILL, W. B. B. et al. Produção e nutrientes minerais de milho forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 2, p. 182-188, 2011.

OLIVEIRA, N. L. C. et al. Efeito da urina de vaca no estado nutricional da alfaca. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 57, n. 4, p. 506-515, 2010.

OLIVEIRA, N. L. C. et al. Uso de urina de vaca no cultivo da beterraba de mesa. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v. 2, n. 2, p. 7-13, 2012.

PAULA, L. de et al. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 931-939, 2011.

PORTUGAL, J. R. et al. Análise econômica do cultivo do arroz de terras altas com e sem irrigação. **Agrarian**, Dourados, v. 8, p. 104-110, 2015.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).

SANTOS, P. M.; SILVA, J. E. C.; SANTOS, A. C. Resíduo de laticínio em pastagem de capim Mombaça: atributos químicos da forragem e do solo. **Semina**, Londrina, v. 4, p. 377, 2013.

- SILVA, R. O. P. et al. Aspectos das importações de soro de leite no Brasil: análise e indicadores do agronegócio. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 8, n. 7, p. 1-7, jul. 2018.
- SIQUEIRA, A. M. O. et al. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1693-1700, set. 2013.
- SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. p. 147-167.
- TIVET, F. et al. Leaf blade dimensions of rice (*Oryza sativa* L. and *Oryza sativa* glaberrima Steud.) relationships between tillers and the main stem. **Annals of Botany**, London, v. 88, p. 507-511, 2001.
- VÉRAS, M. L. M. et al. Efeito de substratos e fertilização orgânica em plântulas de pinheira. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 10, n. 1, p. 143-149, jan./mar. 2014.
- VILLAR, M. L. P. **Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação**. Cuiabá: EMPAER-MT, 2007. 182 p. (EMPAER-MT. Documentos, 35).
- ZAVAREZE, E. da R. et al. Qualidade tecnológica e sensorial de bolos elaborados com soro de leite. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 100-105, mar. 2010.