

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ALEF MESQUITA GOMES**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA  
NA NUTRIÇÃO DE *CORYMBIA CITRIODORA***

**Uberlândia – MG  
Dezembro – 2017**

**ALEF MESQUITA GOMES**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA  
NA NUTRIÇÃO DE *CORYMBIA CITRIODORA***

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Agronomia,  
da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Dra. Regina Maria  
Quintão Lana.

**Uberlândia – MG  
Dezembro – 2017**

**ALEF MESQUITA GOMES**

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA  
NA NUTRIÇÃO DE *CORYMBIA CITRIODORA***

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Agronomia,  
da Universidade Federal de  
Uberlândia, para obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 14 de dezembro de 2017.

---

Msc. Rafaella Ferreira Batista Bernardes  
Membro da Banca

---

Msc. Mara Lúcia Martins Magela  
Membro da Banca

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Regina Maria Quintão Lana  
Orientadora

## **Sumário**

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1. Introdução .....             | 7  |
| 2. Material e Métodos .....     | 9  |
| 3. Resultado e discussões ..... | 12 |
| 4. Conclusão .....              | 25 |
| Referências .....               | 26 |

## RESUMO

O confinamento de suínos destaca-se como grande gerador de águas residuárias de suinocultura (ARS). O destino final de resíduos gerados é atualmente uma preocupação da sociedade, uma vez que, se manejados de forma inadequada, podem provocar sérios impactos ao meio ambiente. Uma das alternativas é o uso da ARS como fonte de nutrientes, que após a mineralização da matéria orgânica, são disponibilizados para as plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar doses de água residuária de suinocultura na nutrição de *Corymbia citriodora* em um sistema silvipastoril, e sua correlação com os teores no solo. Foram implantados dois experimentos na fazenda Bonsucesso, em Uberlândia - MG, sendo o primeiro com citriodora em linhas simples, com cinco plantas por parcela, com espaçamento de dois metros entre plantas e 15 metros entre linhas. O segundo experimento foi com citriodora em linhas duplas, com dois metros entre plantas na linha, três metros entre linhas na parcela e 15 metros entre as linhas duplas de citriodora. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso. Os tratamentos utilizados foram cinco doses de ARS (0; 200; 400; 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) com cinco repetições. A aplicação das doses de ARS foram parceladas na estação da seca, nos meses de junho, julho e agosto. Foram avaliadas as características químicas do solo, na camada de 0-60 cm de profundidade e foram coletadas amostras foliares de todas as parcelas. A aplicação de ARS na linha simples de citriodora, resultou no aumento do teor foliar do N e Zn. A aplicação de ARS na linha dupla de citriodora resultou no aumento do teor foliar do N, K, Cu, Mn e Zn. Para os teores foliares de Zn em linha simples e de K e Zn em linha dupla, houve uma correlação bem forte comparados com os teores do solo.

**Palavras- chave:** Dejetos de suínos, fertirrigação, metais pesados, sistema silvipastoril.

## ABSTRACT

Pig confinement stands out as a large swine wastewater generator (ARS). The final destination of generated waste is currently a concern of the society, since, if handled improperly, can cause serious impacts to the environment. One of the alternatives is the use of ARS as a source of nutrients, which after the mineralization of organic matter, are made available to the plants. The objective of this work was to compare soil chemical attributes under two planting arrangements, in single and double lines of *Corymbia citriodora*. Two experiments were carried out at the Bonsucesso farm, in Uberlândia - MG, the first with citriodora in simple lines, with five plants per plot, spacing two meters between plants and 15 meters between rows. The second experiment was with citriodora in double lines, with two meters between plants in the line, three meters between lines in the plot and 15 meters between the double lines of citriodora. The statistical design was in randomized blocks. The treatments used were five doses of ARS (0; 200; 400; 600 and 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) with five replicates. The application of ARS rates were divided in the dry season, in June, July and August. The chemical characteristics of the soil were evaluated in the 0-60 cm depth layer and leaf samples were collected from all plots. The application of ARS in the simple line of citriodora, resulted in the increase of the leaf content of N and Zn. The application of ARS in the double line of citriodora resulted in the increase of the leaf content of N, K, Cu, Mn and Zn. For leaf contents of Zn in single line and of K and Zn in double line, there was a very strong correlation compared with the soil contents.

**Keywords:** Pig slurry, fertirrigation, heavy metals, silvipastoral system.

## 1. INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro e atualmente, o Brasil possui um dos maiores rebanhos de suínos do mundo. A suinocultura acarreta problemas ambientais decorrentes da destinação inadequada da água residuária gerada nas propriedades, sendo que o problema crucial na criação de suínos está no alto volume de dejetos produzidos por animal e na sustentabilidade ambiental da sua produção (SMANHOTTO et al., 2010).

A quantidade total de dejetos líquidos produzidos varia de acordo com o manejo, do tipo de bebedouro, do sistema de higienização adotado, da frequência e do volume de água utilizado, bem como do número e da categoria dos animais. Bley Junior (1997) estima que uma granja com 300 matrizes, em ciclo completo, produz diariamente um volume de 60 m<sup>3</sup> de água residuária de suinocultura (ARS), que contém uma tonelada de sólidos e que os suínos excretam 30% de sua alimentação em estado praticamente intacto.

A ARS é constituída por uma mistura de fezes, urina e outros materiais orgânicos, como restos de alimentos, além de uma quantidade variável de água. O descarte inadequado desses resíduos podem causar sérios prejuízos ao meio ambiente, como a salinização e contaminação do solo e da água devido à alta concentração de sódio e metais pesados (VIVIAN et al., 2010).

O volume significativo de ARS produzido nas granjas, implica no acúmulo do material na propriedade, o que demanda o desenvolvimento de técnicas de minimização do potencial poluidor, tratamento e destino final dos resíduos gerados. Uma dessas técnicas consiste no tratamento dos dejetos em biodigestores ou lagoas de estabilização e a consequente aplicação em solo agricultável, sendo uma forma de realizar a ciclagem e disponibilizar os nutrientes às plantas (BOSCO et al., 2008).

O uso de lagoas de estabilização tem um ótimo desempenho quanto à remoção de matéria orgânica e sólidos, além de ter um baixo custo de implantação e manutenção (SOUSA et al., 2014). Uma alternativa estudada para a utilização da ARS é o seu uso na agricultura como fonte de nutrientes, complementando ou substituindo os fertilizantes minerais recomendados nos programas de adubação, desde que aplicado com critério (ARRUDA et al., 2010).

A ARS contém macro e micronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e outros, que podem contribuir para aumentar a fertilidade do solo, podendo reduzir a aplicação de

fertilizantes nas lavouras (CABRAL et al., 2011). Esse resíduo, além de conter nutrientes e matéria orgânica, melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo tendo potencial, ainda, para melhorar a produtividade das culturas, no entanto, as perdas em profundidade dos nutrientes (QUEIROZ et al., 2004; AGUIAR et al., 2006) liberados pelos resíduos, podem contaminar os mananciais subterrâneos ou serem carregados para a superfície de rios e lagos (CAOVILLA et al., 2010).

A adoção de novas tecnologias e investimentos para a produção animal sob pastejo tem sido baixa. Um dos maiores problemas encontrados é a baixa fertilidade dos solos, a falta de reposição de nutrientes e manejo animal inadequado (KESSLER et al., 2013). O uso de ARS pode ser uma alternativa promissora para a fertilização das pastagens degradadas.

O uso de diversidade dos sistemas produtivos animais e suas interações fazem com que as análises entre produção animal e meio ambiente sejam complexas e muitas vezes contraditórias (VILELA et al., 2012). O uso do solo de forma sustentável tem se mostrado mais frequente, principalmente para reduzir os impactos ambientais e melhorar a qualidade do solo. Dentre as alternativas de produção agropecuária sustentável se destacam os sistemas silvipastoris.

Os sistemas silvipastoris consistem na produção de espécies lenhosas com cultivos agrícolas e/ou animais, de forma simultânea ou consecutiva, na mesma unidade de área (MANGABEIRA et al., 2009). Esse modelo de exploração em que se associam pastagens, culturas anuais e o componente florestal, apresentam vários benefícios, no qual pode-se destacar a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, aumento da matéria orgânica e maior taxa de infiltração de água. Além disso, esse sistema apresenta uma diversificação de atividades, geram redução do custo na recuperação ou renovação de pastagens em processo de degradação, prejudicam menos o meio ambiente e melhoram o desempenho animal pela presença de árvores.

A espécie florestal deve ser escolhida de acordo com o tipo de exploração que a floresta a ser implantada se destina. A importância do gênero *Eucalyptus* é atribuída devido a existência de mais de 600 espécies, das quais é possível obter produtos para diversas finalidades, sendo uma boa fonte de renda, além de ter facilidade de cultivo, adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, rápido crescimento, e principalmente por apresentar uma arquitetura de copa que permita a sua consorciação com outras culturas (VIANA et al., 2012).

Vários são os benefícios para o solo decorrentes da implantação de sistemas

silvipastoris como a ciclagem de nutrientes, causada pela absorção desses elementos pelas raízes das árvores, deposição de matéria orgânica, redistribuição de carbono, influencia na produtividade e valor nutritivo das forrageiras, entre outros (RADOMSKI; RIBASKI, 2012).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar doses de água residuária de suinocultura na nutrição de *Corymbia citriodora* em um sistema silvipastoril, e sua correlação com os teores no solo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Uberlândia-MG, nas coordenadas geográficas Lat. 19°05'17"S, Long. 48°22'00"W e altitude média de 820 metros. De acordo com o sistema de classificação de Koppen, o clima da região é caracterizado como sendo do tipo tropical típico, com média de precipitação em torno de 1600 mm por ano, apresentando moderado déficit hídrico no inverno e excesso de chuvas no verão.

O sistema silvipastoril foi implantado sob uma área de cerrado, já estabelecida com pastagem de *Urochloa decumbens*, classificado como Latossolo Vermelho, segundo Embrapa (2013).

Antes da instalação do experimento, foi realizada a análise para caracterização química (Tabela 1 e 2), na profundidade de 0-20, 20 – 40 e 40 - 60 cm. A textura do solo é composta por 31,0% de areia grossa, 48,8% de areia fina, 8,8% de silte e 11,4% de argila (EMBRAPA, 2013).

TABELA 1. Caracterização química do solo da área experimental, Uberlândia-MG, 2014.

| Prof.<br>Cm | pH H <sub>2</sub> O | P<br>-- mg dm <sup>-3</sup> -- | K  | Al <sup>3+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | H+Al <sup>3+</sup>                       | SB   | T    | V         | m  | M.O.               |
|-------------|---------------------|--------------------------------|----|------------------|------------------|------------------|------------------------------------------|------|------|-----------|----|--------------------|
|             |                     |                                |    | -----            |                  |                  | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |      |      | --- % --- |    | g kg <sup>-1</sup> |
| 00-20       | 5,7                 | 9,6                            | 29 | 0,0              | 0,9              | 0,5              | 1,8                                      | 1,47 | 3,27 | 45        | 0  | 17                 |
| 20-40       | 5,7                 | 3,3                            | 15 | 0,0              | 0,7              | 0,2              | 1,8                                      | 0,94 | 2,74 | 34        | 0  | 7                  |
| 40-60       | 5,4                 | 1,3                            | 13 | 0,3              | 0,5              | 0,2              | 1,6                                      | 0,73 | 2,33 | 31        | 29 | 8                  |

Prof = profundidade; P, K = (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 mol L<sup>-1</sup>); P disponível (extrator Mehlich<sup>-1</sup>); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio. M.O. = Matéria Orgânica pelo Método Colorimétrico. (EMBRAPA, 2011).

TABELA 2. Teores de micronutrientes da área experimental, Uberlândia-MG, 2014.

| Prof. | B                              | Cu  | Fe | Mn  | Zn  |
|-------|--------------------------------|-----|----|-----|-----|
| Cm    | -----mg dm <sup>-3</sup> ----- |     |    |     |     |
| 0-20  | 0,11                           | 0,8 | 36 | 3,6 | 1,2 |
| 20-40 | 0,07                           | 0,8 | 23 | 1,8 | 0,5 |
| 40-60 | 0,07                           | 0,6 | 16 | 1,4 | 0,1 |

B = (BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn = (DTPA 0,005 mol L<sup>-1</sup> + TEA 0,01 mol<sup>-1</sup> + CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup> a pH 7.3). Argila: Método da pipeta (EMBRAPA, 2013).

Segundo CFSEMG (1999), de acordo com a Tabela 1, o pH é considerado bom, com acidez classificada como média. Diante dos resultados, não foi necessário realizar a correção da acidez do solo. Os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), boro (B) e manganês (Mn) encontravam-se baixo. O magnésio (Mg), cobre (Cu) e o zinco (Zn), encontravam-se com os teores considerados médios. Já o ferro (Fe) foi classificado como adequado. A acidez potencial (H+Al<sup>3+</sup>), o teor de matéria orgânica (MO), soma de bases (SB) e CTC total (T) foram classificados como baixa. Já a saturação de bases (V) foi classificada como média (CFSEMG, 1999).

Foram realizados dois arranjos espaciais de plantio das mudas de *Corymbia citriodora*, em linhas simples e linhas duplas, no mês de dezembro de 2014. O espaçamento utilizado no plantio em linhas simples foi de 2 metros entre plantas e 15 metros entre as linhas simples. Na entrelinha, manteve-se a pastagem de *Urochloa decumbens*. As parcelas constituíam de 10 metros de comprimento, contendo 5 plantas em cada linha, totalizando 5 plantas na parcela, por 3 metros de largura, com uma área de 30 m<sup>2</sup>.

O espaçamento utilizado no plantio de citriodora em linhas duplas foi de 2 metros entre plantas na linha mais 3 metros entre linhas e 15 metros entre as linhas duplas. Nas entrelinhas da citriodora manteve-se a pastagem de *Urochloa decumbens*. As parcelas constituíram de 10 metros de comprimento, contendo 5 plantas em cada linha simples, totalizando 10 plantas na parcela, por 6 metros de largura, com uma área de 60 m<sup>2</sup>.

A adubação de plantio e cobertura para a citriodora foi realizada de acordo com a análise de solo e necessidade da planta, segundo (CFSEMG, 1999). No plantio das mudas, foram utilizados 100 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) aplicados na linha de plantio e a adubação de cobertura com 0,15 kg por planta do formulado 20-00-20, aos 90 e 150 dias após o plantio. O controle de plantas infestantes foi realizado através de capina manual, aos 60, 120 e 180 dias após o plantio, em uma faixa de 80 cm sobre a linha de plantio.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 5 repetições. Os tratamentos foram 4 doses de água residuária de suinocultura (ARS): 200, 400, 600 e 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, e um tratamento sem a aplicação de ARS, sendo as aplicações parceladas nos meses de junho, julho e agosto de 2015.

A ARS é proveniente da suinocultura da fazenda Bonsucesso, com 6.000 suínos na fase de engorda, apresentando um volume médio de 110 m<sup>3</sup> de ARS por dia. Os dejetos são manejados com biodigestor de manta de PVC e lagoa de estabilização, ficando armazenados por aproximadamente 20 dias. Em todas as aplicações de ARS, foram coletadas amostras para a caracterização da sua composição química (Tabela 3).

TABELA 3. Caracterização química da água residuária de suinocultura (ARS), de uma granja de terminação.

| Determinação                                   | Unidade            | 1ª aplicação | 2ª aplicação | 3ª aplicação |
|------------------------------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| Ph                                             |                    | 7,00         | 7,4          | 7,4          |
| Densidade                                      | %                  | 1,00         | 1,01         | 1,0          |
| Matéria orgânica                               | %                  | 0,65         | 0,91         | 0,65         |
| Carbono orgânico                               | %                  | 0,36         | ,05          | 0,36         |
| Nitrogênio (N) total                           | %                  | 0,35         | 0,47         | 0,14         |
| Relação Carbono / Nitrogênio                   | %                  | 1,03         | 10,7         | 2,57         |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) total | %                  | 0,70         | 0,07         | 0,08         |
| Potássio (K <sub>2</sub> O) sol. em água       | %                  | 0,36         | 0,18         | 0,36         |
| Cálcio (Ca)                                    | %                  | 0,54         | 0,58         | 0,68         |
| Magnésio (Mg)                                  | %                  | 0,05         | 0,06         | 0,10         |
| Enxofre (S)                                    | %                  | 0            | 0            | 0            |
| Sódio (Na)                                     | mg L <sup>-1</sup> | 200,00       | 300,00       | 700,00       |
| Cobre (Cu)                                     | mg L <sup>-1</sup> | 5,00         | 6,00         | 15,00        |
| Zinco (Zn)                                     | mg L <sup>-1</sup> | 5,00         | 5,00         | 9,00         |

Após o primeiro ano de aplicação de ARS, foram coletadas três amostras de solo por parcela, na profundidade 0-20, 20-40 e 40-60 cm para avaliar as propriedades químicas do solo. As amostras de solos foram homogeneizadas e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 45°C durante 48h, caracterizadas como terra fina seca em estufa (TFSE), trituradas com uso de destorreador manual, passando por peneira de 2 mm de diâmetro para remover os torrões e impurezas. As análises químicas foram realizadas com base na metodologia da EMBRAPA (2011).

Para as análises foliares, foram coletadas folhas por planta de cada parcela, para posteriormente serem levadas ao Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia para a realização da análise foliar.

Foi realizada a análise de variância separadamente dos dados para linha simples e linha dupla, e posteriormente utilizou-se o teste de regressão para a variável doses de ARS utilizando o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2000). Foi realizado também o teste de correlação entre o teor de nutriente na folha, para as variáveis que apresentaram resultados significativos para os tratamentos com ARS.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de nutrientes foliares para linha simples com a aplicação dos tratamentos foi significativo apenas para o nitrogênio (N) e o zinco (Zn) (Tabela 4), onde foram aplicados os testes de regressão (Figura 1 e 2).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os teores de nutrientes foliares em área adubada com água residuária de suinocultura. Uberlândia, MG, 2016/2017.

| LS     | N      | P                  | K                  | Ca                 | Mg                 | S                  | Cu                 | Fe                 | Mn                 | Zn    |
|--------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| Pr>Fc  | 0,025* | 0,73 <sup>ns</sup> | 0,10 <sup>ns</sup> | 0,42 <sup>ns</sup> | 0,76 <sup>ns</sup> | 0,38 <sup>ns</sup> | 0,11 <sup>ns</sup> | 0,24 <sup>ns</sup> | 0,18 <sup>ns</sup> | 0,03* |
| CV (%) | 25,47  | 52,97              | 23,08              | 137,31             | 23,66              | 111,28             | 34,61              | 57,08              | 43,21              | 30,86 |

\* Significativo ( $p < 0,05$ ) pelo teste de F. NS: não significativo.

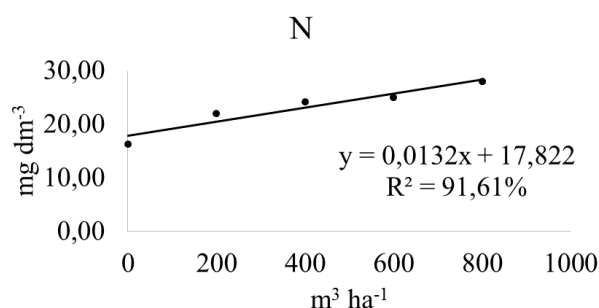


Figura 1: Teor de N na folha (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linhas simples de citriodora, em função das doses de ARS.

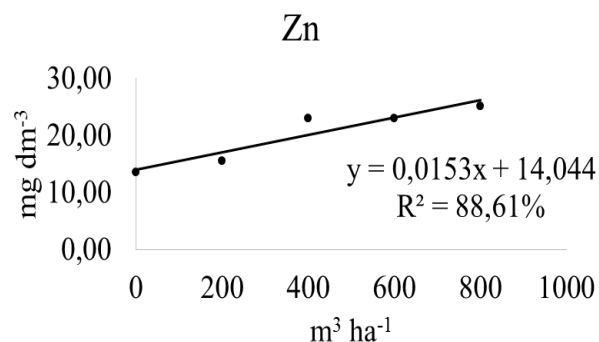


Figura 2: Teor de Zn na folha (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linhas simples de citriodora, em função das doses de ARS.

O teor de N e Zn foliar aumentou linearmente à medida em se aumentaram as doses de ARS. A utilização de dejetos tem efeitos diretos e indiretos na produção das culturas, inclusive das forrageiras utilizadas em pastagens. Os efeitos diretos, como o aumento da produção e a melhoria na composição bromatológica da forrageira, entre outros, dependem da quantidade de nutrientes contidos nos dejetos e da quantidade de fertilizantes minerais que podem ser substituídos pelos mesmos. O efeito indireto dos

dejetos é sua ação benéfica nas propriedades físicas e químicas do solo e a intensificação da atividade microbiana e enzimática (SCHERER et al., 1996). MEDEIROS et al. (2007) observaram que a aplicação de  $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de dejetos líquidos de suínos pode substituir, satisfatoriamente a aplicação de adubação mineral em uma pastagem de *Brachiaria brizantha*. Barnabé et al. (2007) observaram, para a mesma espécie de forrageira, que a melhor dose aplicada foi de  $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Rosa et al. (2004) determinaram que  $100 \text{ m}^3$  por hectare  $\text{ano}^{-1}$  foi a dose suficiente para substituir a adubação mineral equivalente a  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

O N e o Zn é um macro e micronutriente, respectivamente essencial para as plantas por ser um componente estrutural de muitas proteínas, além de ser particularmente indispensável para seu crescimento (LI et al., 2002). Segundo Ribeiro (1999), o teor adequado de N e Zn foliar em espécies de eucalipto é de  $1400$  a  $1600 \text{ mg dm}^{-3}$  e de  $40$  a  $60 \text{ mg dm}^{-3}$ , respectivamente. No presente estudo, o teor foliar destes nutrientes ficaram bem a baixo do recomendado para a cultura.

A deficiência de Zn pode reduzir a produtividade de grãos e debilitar a resistência a doenças, diminuir a qualidade nutricional, causar a redução drástica da síntese proteica, causar redução no crescimento, folhas pequenas e mal conformadas e clorose internerval, devido a participação do Zn na formação de clorofila (MARENCO; LOPES 2009; BROADLEY et al., 2007). Em altas concentrações, esse metal é potencialmente tóxico (LI et al., 2002). A toxidez do Zn em plantas acarreta na diminuição tanto da produção de matéria seca da parte aérea, quanto da biomassa radicular; necrose da radícula ao entrar em contato com o solo, morte da plântula e inibição do crescimento vegetal (CARNEIRO et al., 2002; LI et al., 2011).

O teor de Zn no solo aumentou à medida em que se aumentaram as doses de ARS até a dose de  $800 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Figura 3).

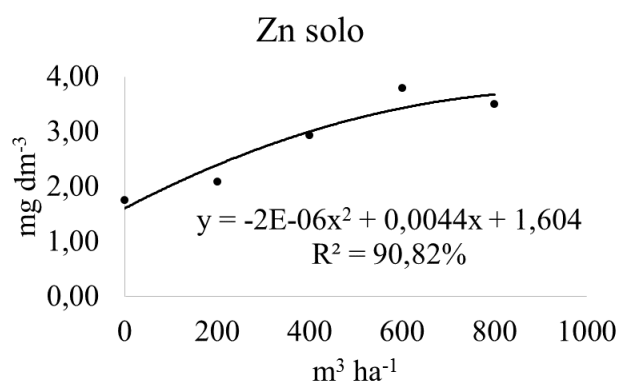


Figura 3: Teor de Zn no solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ), no plantio realizado em linhas simples de citriodora, em função das doses de ARS.

O teor de Zn no solo segundo Ribeiro (1999), acima de  $2,2 \text{ mg dm}^{-3}$  é considerado alto, o que pode levar a toxicidez do solo por ser um metal pesado. Mesmo com um alto teor de Zn encontrado no mesmo, com valores acima de  $2 \text{ mg dm}^{-3}$ , a planta de citriodora não foi capaz de absorver este nutriente, ficando com o teor abaixo do recomendado pela cultura.

Os dejetos de suínos são ricos em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e aproximadamente 67% do N e 100 % do K contidos nas ARS encontram-se na forma mineral, prontamente assimilável por essas culturas (GOMES FILHO et al., 2001).

Os teores de nutrientes foliares para linha dupla com a aplicação dos tratamentos foi significativo apenas para o nitrogênio (N), potássio (K), cobre (Cu), mangânes (Mn) e o zinco (Zn) (Tabela 5), onde foram aplicados os testes de regressão.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para os teores de nutrientes em área adubada com água residuária de suinocultura na linha dupla. Uberlândia, MG, 2016/2017.

| LS     | N      | P         | K      | Ca       | Mg       | S         | Cu     | Fe       | Mn     | Zn     |
|--------|--------|-----------|--------|----------|----------|-----------|--------|----------|--------|--------|
| Pr>Fc  | 0,014* | 0,6589 ns | 0,000* | 0,209 ns | 0,079 ns | 0,7808 ns | 0,008* | 0,081 ns | 0,005* | 0,000* |
| CV (%) | 16,80  | 49,08     | 5,33   | 14,07    | 21,55    | 110,22    | 15,16  | 42,46    | 23,49  | 6,83   |

O teor foliar de N aumentou à medida em se aumentaram as doses de ARS no solo assim como os teores foliares encontrados em linha simples (Figura 4).

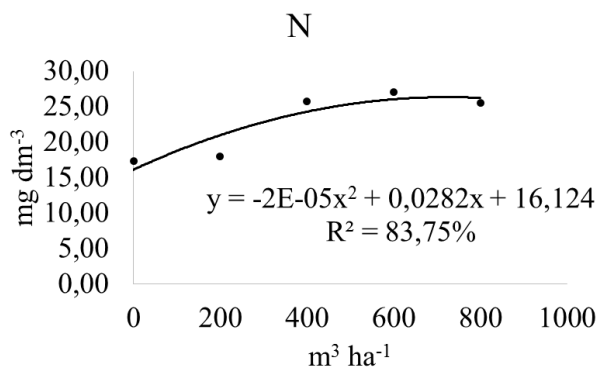


Figura 4: Teor de N na folha (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

O teor foliar de K aumentou de forma linear à medida em se aumentaram as doses de ARS (Figura 5).

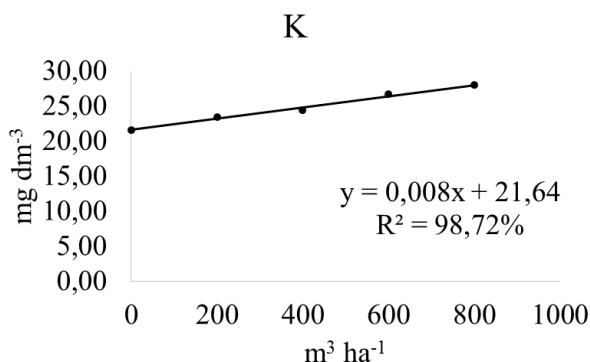


Figura 5: Teor de K na folha (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

Grande parte do K contido na alimentação dos suínos, é excretado pelos animais. A eficiência média na utilização dos nutrientes pelos suínos é de 29% para o nitrogênio (N) e fósforo (P), e 6% para o K. São excretados pelos animais 50 a 80% do Ca e P, e 70 a 95% do K, Na, Mg, Cu, Zn, Mn e Fe, fornecidos pela ração (BERTONCINI, 2011). Além disso, o K excretado na ARS encontra-se na forma mineral, ou seja, prontamente disponível para as plantas.

Observando o teor de K no solo (Figura 6), houve um aumento no seu teor com a aplicação de ARS.

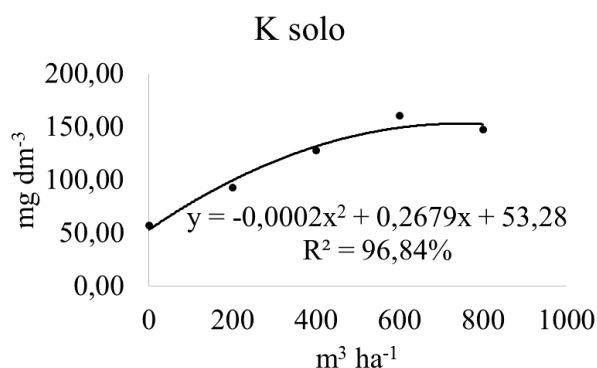


Figura 6: Teor de K no solo (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

O teor de potássio (K) antes da aplicação dos tratamentos foi considerado baixo e após a aplicação da ARS, independente da dose aplicada, o teor passou a ser classificado como muito bom, segundo CFSEMG (1999), o que pode ter contribuído para esse aumento linear de K nas folhas de citriodora.

A eficiência média na utilização dos nutrientes pelos suínos é de 29% para o nitrogênio (N) e fósforo (P), e 6% para o K. King et al., (1985) alertaram para o uso de altas doses de aplicação de ARS onde o Ca e o Mg podem ser deslocados dos sítios de troca pela competição de íons presentes nos dejetos, como Na, K e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, e podem ser deslocados para camadas mais profundas por lixiviação.

O teor foliar de Cu na folha aumentou de forma linear (Figura 7) à medida em que se aumentaram as doses de ARS no solo (Figura 8).

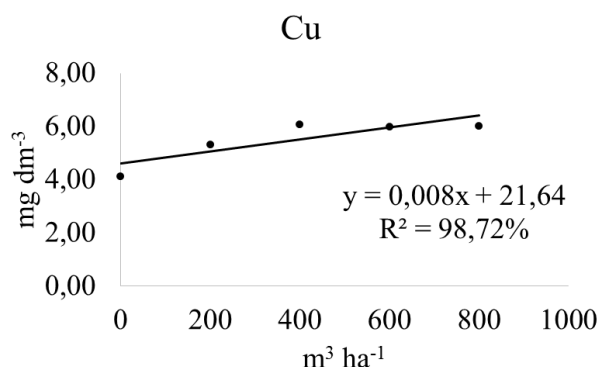


Figura 7: Teor de Cu a folha (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

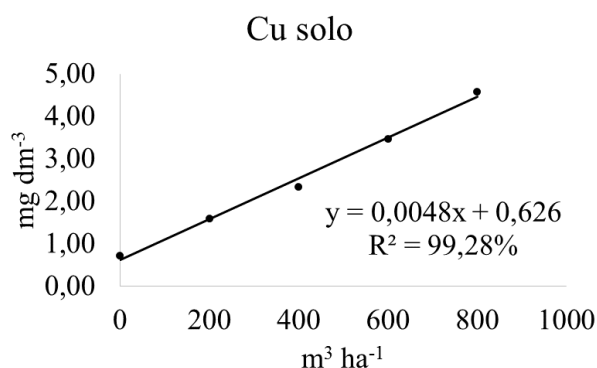


Figura 8: Teor de Cu no solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

Observa-se que para o plantio em linha dupla, a maior concentração de Cu foi de  $3,62 \text{ mg dm}^{-3}$ , na dose de  $525 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ . Esse valor, segundo CFSEMG (1999), está bem acima do valor considerado alto, que é  $1,8 \text{ mg dm}^{-3}$  no solo. Isso pode ter levado a uma maior absorção de Cu pela planta. O Cu está presente nas rações, e aproximadamente 70 a 95% é excretado, sem ser digerido pelo animal (PERDOMO; CAZZARÉ, 2001). Vários trabalhos relatam o aumento de Cu no solo após a aplicação de ARS, principalmente nas camadas superficiais, sendo um indicativo para mostrar a qualidade do solo em que se aplicam ARS.

Prior et al., (2015), aplicando cinco doses de ARS (0; 112,5; 225; 337,5 e  $450 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) na cultura milho, constataram aumento na concentração de Cu no solo, à medida em que se aumentaram as doses. O cobre é um elemento essencial para as plantas, pois participa do metabolismo de carboidratos, do nitrogênio, da síntese de lignina e de clorofila (MARSCHNER, 1995; FILHO, 2005). Porém, esse nutrientes em quantidades elevadas, pode se tornar tóxico para as plantas. Entretanto, a maioria das plantas manifesta sintomas de toxidez como necrose e redução no crescimento do sistema radicular (SOARES et al., 2000), necrose das folhas, desfolhamento precoce e diminuição do crescimento aéreo da planta.

O teor de Mn foliar e no solo também aumentou com as doses de ARS aplicadas ao solo (Figura 9 e 10).

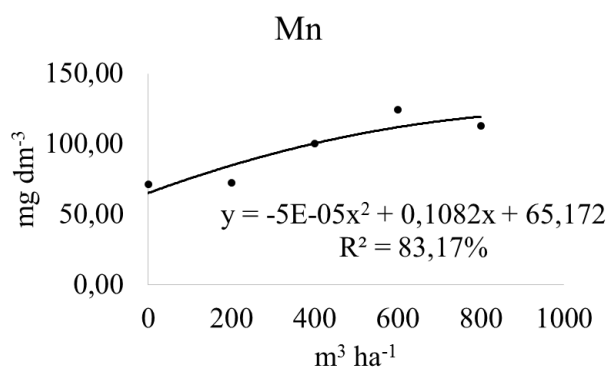


Figura 9: Teor de Mn na folha (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

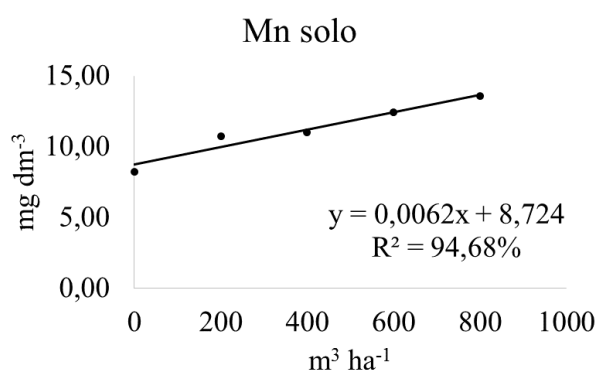


Figura 10: Teor de Mn no solo (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

O Mn está presente na ARS em pequenas quantidades, mas este micronutriente é o mais exigido e extraído pela cultura, o que pode ter contribuído para este resultado.

Houve um aumento de Zn na folha e no solo à medida em que se aumentaram as doses de ARS no solo (Figura 11 e 12).

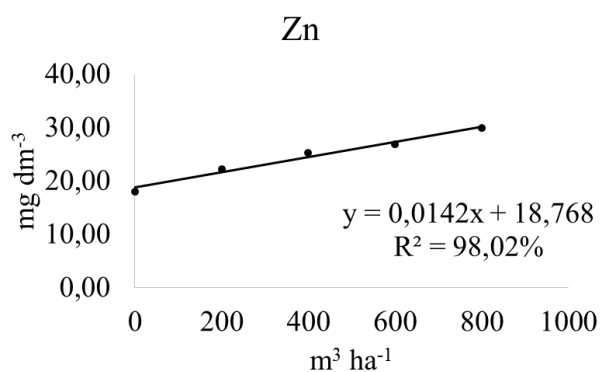


Figura 11: Teor de Zn na folha (mg dm<sup>-3</sup>), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

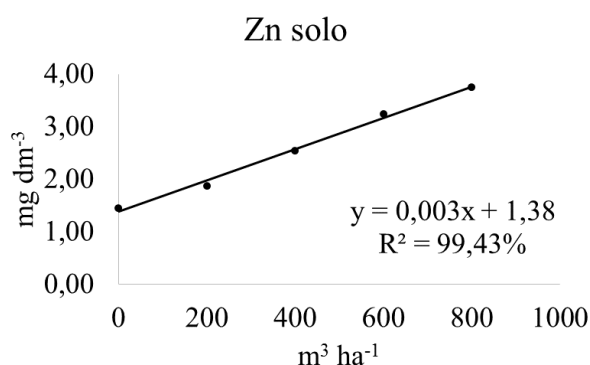


Figura 12: Teor de Zn no solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ), no plantio realizado em linha dupla de citriodora, em função das doses de ARS.

O Zn é um micronutriente essencial para as plantas por ser um componente estrutural de muitas proteínas, além de ser particularmente indispensável para seu crescimento (LI et al., 2002). A deficiência de Zn pode reduzir a produtividade de grãos e debilitar a resistência a doenças, diminuir a qualidade nutricional, causar a redução drástica da síntese proteica, causar redução no crescimento, folhas pequenas e mal conformadas e clorose internerval, devido a participação do Zn na formação de clorofila (MARENCO; LOPES 2009; BROADLEY et al., 2007).

Em altas concentrações, esse metal é potencialmente tóxico (LI et al., 2002). A toxidez do Zn em plantas acarreta na diminuição tanto da produção de matéria seca da parte aérea, quanto da biomassa radicular; necrose da radícula ao entrar em contato com o solo, morte da plântula e inibição do crescimento vegetal (CARNEIRO et al., 2002; LI et al., 2011).

Para o teor de Zn na linha simples e para os teores de K, Cu, Mn e Zn foi realizado o teste de correlação entre os teores de nutrientes na folha e no solo, ou seja, se os teores de nutrientes encontrados na folha é devido aos teores encontrados no solo. São encontrados valores entre -1 e +1, sendo valores negativos indicando que à medida que x aumenta, y diminui e uma correlação positiva indica que à medida que x aumenta, y também aumenta. Quando existe correlação igual a 0, corresponde a não associação (SHIKAMURA, 2006).

Os valores encontrados entre -1 e +1 na correlação são interpretados como descrito na tabela 6.

Tabela 6. Interpretação do coeficiente de correlação.

| Valor da correlação (- ou +) | Interpretação        |
|------------------------------|----------------------|
| 0,00 a 0,19                  | Correlação bem fraca |
| 0,20 a 0,39                  | Correlação fraca     |
| 0,40 a 0,69                  | Correlação moderada  |
| 0,70 a 0,89                  | Correlação forte     |
| 0,90 a 1,00                  | Correlação bem forte |

Para a correlação existente entre os teores de Zn na folha de citriodora e no solo, foi encontrado o valor de 0,78, indicando uma correlação positiva forte (Tabela 7).

Tabela 7. Correlação existente entre o teor de Zn na planta de Citriodora em linha simples com o teor de Zn no solo.

| Zn planta | Zn solo | Correl. |
|-----------|---------|---------|
| 13,00     | 2,37    |         |
| 1,50      | 1,50    |         |
| 24,90     | 2,90    |         |
| 6,50      | 1,43    |         |
| 7,80      | 2,40    |         |
| 4,10      | 0,67    |         |
| 13,80     | 1,37    |         |
| 16,20     | 0,93    |         |
| 22,10     | 4,17    |         |
| 23,30     | 1,13    |         |
| 14,60     | 1,00    |         |
| 17,80     | 1,30    |         |
| 26,60     | 3,10    | 0,78    |
| 31,80     | 4,90    |         |
| 22,50     | 1,20    |         |
| 16,50     | 0,73    |         |
| 19,50     | 0,70    |         |
| 25,40     | 2,13    |         |
| 32,90     | 1,17    |         |
| 35,50     | 1,70    |         |
| 20,10     | 1,30    |         |
| 25,80     | 2,37    |         |
| 22,60     | 1,63    |         |
| 26,10     | 1,90    |         |
| 37,20     | 4,10    |         |

Esse valor de 0,78 indica que provavelmente o aumento no teor foliar de Zn foi devido ao aumento no teor de Zn no solo. Como já mencionado, a ARS é rica em Zn, elevando os teores desse nutriente a níveis altos no solo, o que pode ter aumentado sua absorção pela planta.

Na linha dupla foi encontrado uma correlação positiva para os teores de K e Zn (Tabela 8) e uma correlação fraca para os teores de Cu e Mn (Tabela 9).

Tabela 8. Correlação existente entre o teor de K e Zn na planta de Citriodora em linha dupla com os teores no solo.

| K planta | K solo | Correl. | Zn planta | Zn Solo | Correl. |
|----------|--------|---------|-----------|---------|---------|
| 24,50    | 59,00  |         | 18,30     | 1,27    |         |
| 26,00    | 108,33 |         | 23,50     | 2,63    |         |
| 26,50    | 136,33 |         | 22,30     | 2,17    |         |
| 27,50    | 174,67 |         | 29,70     | 3,23    |         |
| 28,00    | 163,67 |         | 29,60     | 3,23    |         |
| 18,50    | 50,67  |         | 16,30     | 1,37    |         |
| 21,50    | 98,67  |         | 19,60     | 1,53    |         |
| 23,50    | 132,00 |         | 26,70     | 3,43    |         |
| 27,00    | 139,00 |         | 27,70     | 3,83    |         |
| 28,00    | 145,67 |         | 29,50     | 5,60    |         |
| 22,50    | 88,33  |         | 17,10     | 2,03    |         |
| 22,50    | 99,67  |         | 20,50     | 2,10    |         |
| 22,00    | 123,67 | 0,71    | 24,10     | 2,13    | 0,70    |
| 24,00    | 176,33 |         | 22,80     | 3,37    |         |
| 26,50    | 138,00 |         | 28,40     | 3,93    |         |
| 20,50    | 56,67  |         | 21,30     | 1,57    |         |
| 24,50    | 91,33  |         | 25,40     | 1,80    |         |
| 25,00    | 164,33 |         | 27,00     | 3,47    |         |
| 26,50    | 162,33 |         | 27,60     | 2,00    |         |
| 28,00    | 158,67 |         | 31,00     | 2,80    |         |
| 22,00    | 31,00  |         | 17,30     | 1,03    |         |
| 23,00    | 68,00  |         | 21,90     | 1,33    |         |
| 25,00    | 84,00  |         | 26,10     | 1,50    |         |
| 28,50    | 151,33 |         | 26,70     | 2,43    |         |
| 29,50    | 132,00 |         | 31,20     | 3,20    |         |

Tabela 9. Correlação existente entre o teor de Cu, e Mn na planta de Citriodora em linha dupla com os teores no solo.

| Cu planta | Cu Solo | Correl. | Mn planta | Mn Solo | Correl. |
|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| 3,50      | 0,77    |         | 80,10     | 8,90    |         |
| 5,60      | 2,97    |         | 68,70     | 13,60   |         |
| 6,80      | 1,97    |         | 101,50    | 7,57    |         |
| 6,80      | 3,07    |         | 107,40    | 15,00   |         |
| 6,50      | 3,87    |         | 113,60    | 11,53   |         |
| 4,30      | 0,60    |         | 63,50     | 6,23    |         |
| 5,00      | 1,53    |         | 57,60     | 9,67    |         |
| 5,60      | 3,20    |         | 111,40    | 7,87    |         |
| 6,00      | 5,10    |         | 115,60    | 11,97   |         |
| 3,60      | 7,07    |         | 80,10     | 12,87   |         |
| 4,60      | 0,70    |         | 66,60     | 8,60    |         |
| 5,50      | 1,77    |         | 107,00    | 12,40   |         |
| 5,60      | 1,47    | 0,26    | 90,80     | 11,13   | 0,31    |
| 5,90      | 3,13    |         | 106,50    | 15,33   |         |
| 5,90      | 4,67    |         | 71,50     | 16,27   |         |
| 4,40      | 0,77    |         | 64,90     | 9,97    |         |
| 5,60      | 0,93    |         | 74,70     | 11,70   |         |
| 5,80      | 3,70    |         | 113,70    | 13,83   |         |
| 4,60      | 3,10    |         | 166,00    | 11,27   |         |
| 7,20      | 3,43    |         | 166,00    | 11,63   |         |
| 3,80      | 0,83    |         | 81,50     | 7,50    |         |
| 4,90      | 0,77    |         | 54,90     | 6,30    |         |
| 6,60      | 1,37    |         | 83,10     | 6,53    |         |
| 6,60      | 3,00    |         | 126,80    | 8,77    |         |
| 6,90      | 3,87    |         | 134,60    | 15,60   |         |

A correlação dos teores de K e Zn foi positiva e considerada forte, ou seja, à medida em o teor desses nutrientes aumentaram no solo, houve um aumento no teor foliar. Como já descrito anteriormente, com a aplicação de ARS, houve um aumento elevado de

K e Zn no solo, deixando estes nutrientes em concentrações elevadas no solo segundo Ribeiro (1999), o que pode ter favorecido a absorção pelas plantas de citriodora.

Já para os teores de Cu e Mn a correlação foi fraca, ou seja, o aumento no teor no solo não foi o responsável pelo aumento no teor foliar.

#### **4. CONCLUSÃO**

A aplicação de ARS na linha simples de citriodora após dois anos da instalação do experimento, resultou no aumento do teor foliar do N e Zn.

A aplicação de ARS na linha dupla de citriodora após dois anos da instalação do experimento, resultou no aumento do teor foliar do N, K, Cu, Mn e Zn.

Para os teores foliares de Zn em linha simples e de K e Zn em linha dupla, houve uma correlação bem forte comparados com os teores do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M.I.; LOURENÇO, I.P.; OLIVEIRA, T.S. DE; LACERDA, N.B. Perda de nutrientes por lixiviação em um Argissolo Acinzentado cultivado com meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.4, p.811- 819, 2006.

ARRUDA, C. A. O.; ALVES, M. V.; MAFRA, A. L.; CASSOL, P. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; SANTO, J. C. P. Aplicação de dejetos suíno e estrutura de um latossolo vermelho sob semeadura direta. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 804-809, 2010.

BERTONCINI, E. I. Dejetos da suinocultura – desafios para o uso agrícola. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 2, 2011.

BLEY JUNIOR, C. Instalações para tratamento de dejetos. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE DEJETOS DE SUÍNOS, MANEJO E UTILIZAÇÃO, DO SUDESTE GOIANO, 1997, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: Fundação do Ensino Superior de Rio Verde, ESUCARV. 1997. p. 48-68.

BOSCO; T. C.; IOST; C.; SILVA; L. N.; CARNELLOSI, C. F.; EBERT, D. C.; SCHREINER; J. S.; SAMPAIO, S. C. Utilização de água residuária de suinocultura em propriedade agrícola - Estudo de caso. **Irriga**, Botucatu, v.13, p.139-144, 2008.

BROADLEY, M.R.; WHITE, P.J.; HAMMOND, J.P.; ZELKO, I.; LUX, A. Zinc inplants. **New Phytologist**, v. 4, n. 173, p. 677-702, 2007

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacts of pig farming wastewater on elephant grass production and on soil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.823–831, 2011.

CAOVILLA, F. A.; SAMPAIO, S. C.; SMANHOTTO, A.; NÓBREGA, L. H. P.; QUEIROZ, M. M. F.; GOMES, B. M. Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária da suinocultura. **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.692–697, 2010.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Comportamento de espécies herbáceas em misturas de solo com diferentes graus de contaminação com metais pesados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1629-1638, 2002

Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., Editores. – Viçosa, MG, 1999. 359p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília. Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0** In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional biometria, 45.000, São Paulo. **Anais...**, São Paulo: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FILHO, H. G. Cobre na planta. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS. **Departamento de Recursos Naturais**. Ciência do Solo, 2005.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 11.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.

KESSLER, N. C. H.; SAMPAIO, S. C.; SORACE, M.; PRADO, N. V.; PALMA, D.; CUNHA, E.; ANDRADE, L. H. Swine wastewater associated with mineral fertilization in blackoat (*Avena sativa*) cultures: 8th production cycle. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 11, n. 2, p. 1437-1443, 2013.

KING, L. D.; WESTERMAN, P. W.; CUMMINGS, G. A.; OVERCASH, M. R.; BURNS, J. C. Swine lagoon effluent applied to 'Coastal' Bermudagrass: II Effects on soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.14, p.14-21, 1985.

LI X.; CHEN, B.; FENG, G.; CHRISTIE, P. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of Zn phytotoxicity and mineral nutrition of host plants. In: 17th **WCSS**, Thailand, 2002.

MANGABEIRA, J. A. DE C.; TÔSTO, S. G.; ROMEIRO, A. R. Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs). Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. 47 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Universidade Federal de Viçosa, 2009. p.267-297.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1995. 889 p.

PERDOMO, C.C.; CAZZARÉ, M. Sistema Dalquim de tratamento de resíduos animais.**Comunicado Técnico, 284**. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 2001.

PRIOR, M.; SAMPAIO, S. C.; NÓBREGA, L. H. P.; DIETER, J.; COSTA, M. S. S. M. Estudo da associação de água residuária de suinocultura e adubação mineral na cultura do milho e no solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.744-755, 2015.

- QUEIROZ, F.M.; MATOS, A.T.; PEREIRA O.G.; OLIVEIRA, R.A. Perda de nutrientes por lixiviação em um Argissolo Acinzentado cultivado com meloeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1487-1492, 2004.
- RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Fertilidade do solo e produtividade da pastagem em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 53-61, 2012.
- SCHERER, E.E.; NESI, C.N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, p.1375-1383, 2010..
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.
- SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O.; CARVALHO, J. G.; MOREIRA, F. M. S.; GRAZZIOTTI, P. E. Crescimento e nutrição mineral de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva com concentração crescente de cobre. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 213-225, 2000.
- SOUSA, F. A.; CAMPOS, A. T.; SILVA, E. B.; GANDINI, A. M.M.; CORRÊA, J. M. Redução do potencial poluidor de dejetos de suínos em lagoas de estabilização em série. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 65-73, 2014.
- SMANHOTTO, A.; SOUSA, A. P.; SAMPAIO, S. C.; NÓBREGA, L. H. P.; PRIOR, M. Cobre e zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p.346-357, 2010.
- VIANA, M. C. M.; ALBERNAZ, W. M.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A.; PINTO JÚNIOR, E. S.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; LOURENÇO, J. C. C. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Propriedades Rurais. **Cartilha**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2012.
- VILELA, L.; MARTHA JR., G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. **Revista UFG**, Goiânia, n. 13, p. 92-99, 2012.
- VIVIAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.; TECHIO, V. H. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, Campina Grande, 2010, v.14, n.3, p. 320-325.