

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

MURILO MARTINS PAIVA

**APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS NO SISTEMA
SILVIPASTORIL**

**UBERLÂNDIA – MG
AGOSTO 2019**

MURILO MARTINS PAIVA

**APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS NO SISTEMA
SILVIPASTORIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado referente ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Adriane de Andrade Silva
Coorientador: Ms. Luara Cristina de Lima

**UBERLÂNDIA – MG
AGOSTO 2019**

MURILO MARTINS PAIVA

**APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS NO SISTEMA
SILVIPASTORIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
referente ao Curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 29 de agosto de 2019

Ms. Luara Cristina de Lima

Ms. Dayane Salinas Nagib Guimarães

Prof.^a Dr.^a Adriane de Andrade Silva
(Orientadora)

**UBERLÂNDIA – MG
AGOSTO 2019**

RESUMO

PAIVA, MURILO MARTINS. **Aplicação de água residuária de suínos no sistema silvipastoril**, 2019. 20f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

O Brasil é o quarto maior produtor de carne suína no mundo, com uma crescente inserção internacional, lucrando mais de US\$ 1 bilhão por ano, chegando a 3% da produção e 11% das exportações mundiais. Com o aumento da produção de suínos, temos também um incremento na produção de água residuárias de suinocultura (ARS), que quando mal manejada, está pode conter alto potencial de poluição ambiental. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de água residuária de suinocultura consorciada com citriodora, nas propriedades químicas do solo, nas concentrações de macro e micronutrientes em uma área implantada com sistema silvipastoril. O trabalho foi realizado na Fazenda Bonsucesso, na rodovia Campo Florido Km 20, localizada no município de Uberlândia-MG. O plantio das mudas de *Corymbia citriodora* foi realizado com arranjo em linhas duplas, com espaçamento de 2 metros entre plantas e 3 metros entre linhas e 15 metros entre as linhas duplas. As parcelas experimentais foram 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 m², onde foram aplicados os tratamentos. Os tratamentos utilizados foram cinco doses de ARS (0; 200; 400; 600 e 800 m³ ha⁻¹) com cinco repetições. As aplicações das doses de ARS foram parceladas nos meses junho, julho e agosto de 2015. Foram avaliadas as características químicas do solo, nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em arranjo de parcelas subdivididas, sendo as doses de ARS as parcelas e a profundidade a subparcela. Foi feita análise de variância com teste regressão e Tukey utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2010). A aplicação de água residuária de suínos em profundidade promove aumento no teor de Cu na dose de 400 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Na profundidade de 0-20 houve maior concentração de micronutrientes. Água residuária de suínos não influenciou no aumento de macronutrientes no terceiro ano de aplicação. Houve um aumento nos teores de K, Mg e Ca que tendem a crescer nos próximos anos, em relação ao início do experimento.

Palavras-chave: *Corymbia citriodora*, dejetos de suínos, lixiviação, fertirrigação.

ABSTRACT

Brazil is the fourth largest pork producer in the world, with a growing international insertion, earning more than US \$ 1 billion per year, reaching 3% of production and 11% of world exports. With the increase in swine production, we also have an increase in the production of swine wastewater (ARS), which, when handled poorly, may contain a high potential for environmental pollution. The objective of this work was to evaluate the influence of the application of different doses of swine wastewater intercropped with citriodora, on the chemical properties of the soil, on the concentrations of macro and micronutrients in an area implanted with silvopastoral system. The work was carried out at Fazenda Bonsucesso, on the Campo Florido Km 20 highway, located in the city of Uberlândia-MG. The planting of *Corymbia citriodora* seedlings was carried out in double rows, with a spacing of 2 meters between plants and 3 meters between rows and 15 meters between double rows. The experimental plots were 10 meters long, containing 5 plants in each simple line, totaling 10 plants in the plot, by 6 meters wide, with an area of 60 m², where the treatments were applied. The treatments used were five doses of ARS (0; 200; 400; 600 and 800 m³ ha⁻¹) with five replications. The applications of ARS doses were split in June, July and August 2015. The chemical characteristics of the soil were evaluated, in layers 0-20, 20-40 and 40-60 cm deep. A randomized block design was used in an arrangement of subdivided plots, with the ARS doses being the plots and the depth the subplot. Analysis of variance with regression test and Tukey was performed using the Sisvar statistical program (FERREIRA, 2010). The application of swine wastewater in depth promotes an increase in the Cu content in the dose of 400 and 800 m³ ha⁻¹ year⁻¹. At the depth of 0-20 there was a higher concentration of micronutrients. Swine wastewater did not influence the increase in macronutrients in the third year of application. There was an increase in the levels of K, Mg and Ca that tend to increase in the coming years, in relation to the beginning of the experiment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. Sistema Silvopastoril	9
2.2. Água Residuária.....	11
2.3. Importância dos nutrientes para o consórcio	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	25
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

Arelado ao crescimento populacional, o aumento no consumo de proteína de origem animal, tem gerado uma maior demanda na produção de carnes impulsionando o setor agropecuário do país. No ano de 2016, o Brasil se tornou o quarto maior produtor de carne suína no mundo, com uma crescente inserção internacional, lucrando mais de US\$ 1 bilhão por ano, chegando a 3% da produção e 11% das exportações mundiais (GONZAGA; BARBOSA, 2016; CRUZ BARZ et al., 2017). Todas estas conquistas são fruto do constante investimento em pesquisas do setor, manejo, alimentação e melhoramento no desempenho animal.

Os estados com a maior produção nacional são: Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. Porém, com o aumento da produção de suínos, temos também um incremento na produção de água residuária de suinocultura (ARS), que quando mal manejada, está pode conter alto potencial de poluição ambiental. (MAPA, 2019). Tempos que diariamente, são produzidos de 5 a 10 L suíno⁻¹ dia⁻¹ de ARS, tendo maior capacidade de poluição, quando comparada com outras espécies animais (MATOS, 2007).

A ARS na agricultura, pode ser utilizada como fonte de nutrição para as plantas, devido a presença de macronutrientes e micronutrientes, que quando adicionadas ao solo, promovem a mineralização dos elementos, podendo ser absorvidos pelas plantas da mesma forma que os fertilizantes minerais, além de conter compostos orgânicos que ajudam a melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo (SEGANFREDO, 2004). É composta basicamente por fezes, urina e água, e quando descartados de forma indiscriminada no meio ambiente, podem causar sérios prejuízos como a contaminação do solo, da água subterrânea devido ao alto teor de metais pesados presentes (VIVIAN *et al.*, 2010).

Contudo, a composição química da ARS é muito variável, sendo influenciada principalmente pelo manejo e a alimentação empregadas na granja. Avaliando a composição química das ARS Perdomo (1996), observou as seguintes composições dos nutrientes: 0,58 g L⁻¹ de P; 0,54 g L⁻¹ de K; 35,1 mg L⁻¹ de Cu e 270,90 mg L⁻¹ de Zn. Já Seganfredo (1998), avaliando as mesmas características químicas, obteve resultados diferentes, com 1,83 g L⁻¹ de P; 0,63 g L⁻¹ de K; 34,80 mg L⁻¹ de Cu e 119,00 mg L⁻¹ de Zn.

Buscando modelos mais sustentáveis de produção, reduzindo os impactos ambientais, aumentando a preservação de áreas, conservação do solo, da água os sistemas

silvipastoris vêm se consolidando com grande destaque na produção agropecuária sustentável. Tais modelos, preconizam a conservação ambiental, aliada a produção animal, de forrageias e árvores combinadas na mesma área e que através de sua interação, geram uma produção complementar (MANGABEIRA *et al.*, 2011).

Além de diversificar a produção das propriedades, este sistema permite a recuperação de áreas degradadas, gerando formas alternativas e lucros adicionais, permitindo reduzir a utilização e dependência de fertilizantes minerais e insumos externos (RADOMSKI; RIBASKI, 2012). Vários são os benefícios decorrentes do uso de sistemas silvipastoris, proporcionado pela absorção das raízes das árvores, temos a ciclagem dos nutrientes, temos o aumento da deposição de matéria orgânica, a redistribuição de carbono influencia na produtividade e valor nutritivo das forrageiras, o que a longo prazo aumenta o potencial produtivo do solo, influencia na produtividade e valor nutritivo das forrageiras, entre outros (FRANCO, 2015).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de água residuária de suinocultura consorciada com citriodora, nas propriedades químicas do solo, nas concentrações de macro e micronutrientes em uma área implantada com sistema silvipastoril.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistema Silvipastoril

Uma das alternativas mais viáveis para atender a demanda industrial do setor florestal brasileiro é o plantio de maciços de árvores de rápido crescimento. Esse tipo de plantio tem grande capacidade em promover rapidamente uma grande oferta ao mercado e, além disso, proteger as reservas naturais (PEREIRA *et al.*, 2011). Dentre as espécies florestais plantadas no Brasil, os eucaliptos são os que mais se destacam.

Segundo o relatório da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2017), a área ocupada por plantios florestais de eucaliptos e Pinus no Brasil totalizou 7,21 milhões de hectares em 2016, sendo 72,1% correspondente à área de plantio de espécies do grupo dos eucaliptos (gêneros *Eucalyptus*, *Corymbia* e *Angophora*). A maior concentração do plantio de árvores desse grupo ocorre no estado de Minas Gerais, com 24% do total, seguido por São Paulo com 17%, e Mato Grosso do Sul, com 15%.

A espécie *Corymbia citriodora* H. & J. (Antiga *Eucalyptus citriodora* H.) está entre os eucaliptos mais cultivados. Uma explicação plausível para isso seria as múltiplas aplicações de sua madeira para fins de construção, estruturas, dormentes, postes, lenha, carvão, e caixotaria, além da produção de óleos e taninos (PEREIRA *et al.*, 2011). Apesar de apresentar boa resistência ao déficit hídrico, essa espécie tem certa suscetibilidade às geadas, um fator limitante da espécie. Se desenvolverá melhor, portanto, em lugares de temperatura média elevada que tenham precipitação deficiente em alguma época do ano (IPEF, 2019).

Apesar de apresentar um desenvolvimento relativamente rápido, o cultivo de *C. citriodora* pode demorar anos antes de proporcionar retorno ao investimento inicial. Uma das maneiras de contornar essa situação é promover a diversificação das atividades da fazenda, como por exemplo, implementar um sistema silvipastoril. O sistema silvipastoril consiste na produção de espécies de árvores lenhosas com cultivos agrícolas e/ou animais, de forma consecutiva ou simultânea, na mesma unidade de área (MANGABEIRA *et al.*, 2011).

Esse modelo de exploração pode trazer diversos benefícios ao solo, como o aumento da matéria orgânica, a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas, e uma maior taxa de infiltração de água. Além do aprimoramento de tais atributos e da diversificação de atividades na fazenda, é possível também promover uma redução no custo da recuperação ou renovação de pastagens em processo de degradação, uma

melhora no desempenho animal pela presença de árvores, e um menor impacto ambiental (GOMES, 2017).

Visando um melhor desempenho animal, a associação de uma planta forrageira com *C. citriodora* é significativamente comprovada. O crescimento de uma planta forrageira, quando consorciada à uma espécie florestal em sistema silvipastoril, depende da sua tolerância ao sombreamento e da percentagem de sombra que será imposta (PACIULLO *et al.*, 2009). A utilização de gramíneas do gênero *Urochloa*, por exemplo, sob condições de sombreamento moderado (redução de 25 a 35% da radiação fotossinteticamente ativa), tem gerado produção de forragens semelhantes ou maiores do que a pleno sol (PACIULLO *et al.*, 2007; GUENNI *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2009).

Os benefícios de um sistema silvipastoril, entre plantas do gênero *Urochloa* spp. e *C. citriodora*, é evidenciado pela literatura. Segundo a Embrapa (2002), a disponibilidade de massa seca e a qualidade da forragem de *Urochloa* produzida são influenciadas diretamente pela presença de um componente arbóreo. Nas regiões próximas às árvores a forragem apresenta melhor qualidade nutricional, porém, a produção de biomassa é reduzida. Analisando a quantidade de proteína disponibilizada aos animais e a produção de madeira por hectare, o sistema apresenta grande potencial de viabilidade.

A *Urochloa decumbens*, dentre as integrantes de seu gênero, é uma espécie que se distingue por apresentar boa adaptação em regiões tropicais úmidas, resistência à seca, e bom desenvolvimento em diferentes tipos de solo, tanto arenosos quanto argilosos (PEREIRA *et al.*, 2011). A espécie, portanto, representa uma ótima escolha para integrar o sistema.

Segundo Castro *et al.* (2009), sombreamentos da ordem de 29 a 45%, em relação ao total disponível em condições de pleno sol, aumentam a altura do pasto, a massa de forragem e o percentual de cobertura do solo em pastagens de *U. decumbens*. O teor de fibra em detergente neutro e a digestibilidade do pasto, por sua vez, apresentam forte interação com a estação do ano. Já a quantidade de proteína bruta por hectare aumenta em função do sombreamento, tanto na primavera quanto no verão.

Campos *et al.* (2007), por sua vez, afirmam que o sombreamento influencia positivamente o comprimento final das lâminas foliares de *U. decumbens* em sistema silvipastoril, assim como as taxas de alongamento de colmos e folhas. Entretanto, conclui também que a taxa de aparecimento de folhas e o número de folhas vivas por perfilho não são influenciadas.

2.2. Água Residuária de Suínos

O Brasil detém um dos maiores rebanhos de suínos no mundo. Na atualidade, a suinocultura é uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, apresentando-se assim como uma grande fonte de renda para o produtor e uma importante atividade para a economia (SILVA, 2017).

O manejo intensivo e confinado de suínos é praticado em aproximadamente 50% de todas as unidades produtoras (CORDEIRO *et al.*, 2018). Esse tipo de manejo resulta na geração de resíduos denominados de água residuária de suíno (ARS), que podem chegar até 10 litros/animal/dia (NOGUEIRA; SILVA, 2006).

A ARS é composta por urina e fezes dos animais, restos de ração, pelos, e água provinda de bebedouros e lavagens das instalações (DA ROS *et al.*, 2018).

Tais características fazem com que os órgãos ambientais considerem a suinocultura uma atividade com grande potencial poluidor, graças à possível destinação inadequada desses dejetos líquidos nas propriedades (PARIZOTTO *et al.*, 2017). Segundo Kunz *et al.* (2005), o risco de poluição se deve aos altos teores de fósforo e nitrogênio que a ARS pode apresentar, assim como a presença de metais pesados, antibióticos e hormônios utilizados na produção, diferentes tipos de microrganismos patogênicos, e outras substâncias.

Se por um lado os efluentes suínos apresentam risco de contaminação ambiental, por outro, a sua destinação adequada pode trazer diversos benefícios para a agricultura. Além de conter macro e micronutrientes, ARS auxilia na melhora das características químicas, físicas e biológicas do solo, contém matéria orgânica, e tem ainda, potencial para melhorar a produtividade das culturas (QUEIROZ *et al.*, 2004; AGUIAR *et al.*, 2006). Uma das maneiras de realizar a aplicação desse resíduo é através da fertirrigação, técnica que consiste em uma aplicação simultânea de água e fertilizante ao solo através de sistemas de irrigação.

Segundo Konzen *et al.* (1997), as seguintes quantidades de nutrientes podem ser fornecidas ao solo através da aplicação de água residuária de suinocultura: 3,18 kg m⁻³ de N, 5,40 kg m⁻³ P₂O₅, 1,38 kg m⁻³ K, 3,30 kg m⁻³ de Ca, 1,17 kg m⁻³ de Mg, 108,30 g m⁻³ de Fe, e 78,80 g m⁻³ de Zn, mas é preciso cautela. Mesmo que a água residuária contenha baixos níveis de elementos como cobre (Cu) e ferro (Fe), a sua aplicação em doses acima do limite recomendado pela legislação (BRASIL, 2009) pode levar ao seu acúmulo no

solo, o que pode promover toxicidade às plantas e outros componentes bióticos dos ecossistemas (CORDEIRO *et al.*, 2018).

Além disso, a utilização de água residuária na agricultura sem critérios técnicos pode promover a degradação do solo através da obstrução dos poros – dificultando a aeração e infiltração/percolação de água no sistema -, e ainda um possível aumento na quantidade de sais, causando uma inconsequente salinização do ambiente (MATOS *et al.*, 1997).

2.3. Importância dos Nutrientes para o Consórcio

O sistema silvipastoril nada mais é do que uma maneira de fazer uma consorciação de cultivos. O consórcio de plantios é definido pelo crescimento concomitante de duas ou mais culturas, em uma mesma área, com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas (SILVA *et al.*, 2011). Um dos fatores mais atraentes do sistema de consorciação é o aumento da produtividade por unidade de área, permitindo um melhor aproveitamento da terra e outros recursos disponíveis, e promovendo maior rendimento econômico (REZENDE *et al.*, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Bonsucesso, na rodovia Campo Florido Km 20, localizada no município de Uberlândia-MG, nas coordenadas geográficas latitude 19°05'17"S, longitude 48°22'00"W e altitude média de 820 metros (Figura 1).



Figura 1. Localização da área experimental na Fazenda Bonsucesso (19°05'17"S 48°22'00"W), em Uberlândia, Minas Gerais.

Fonte: Google Earth, 2019.

De acordo com o sistema de classificação de Köppen (1928), o clima da região foi caracterizado como tropical típico, com média de precipitação em torno de 1600 mm por ano, com moderado déficit hídrico no inverno e excesso de chuvas no verão. O solo na área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, segundo Embrapa (2013) e estava sob pastagem de *Urochloa decumbens*.

Foi feita análise química e textura (Tabelas 1 e 2), segundo metodologia da EMBRAPA (2013) e EMBRAPA (2011), respectivamente, antes da instalação do experimento nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm. A análise de camadas mais profundas teve o objetivo de verificar a fertilidade do solo, onde possivelmente estão localizadas as raízes de *Corymbia citriodora*, que é o componente arbóreo usado no sistema.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental, antes da aplicação da ARS, Uberlândia-MG, 2014

Prof cm	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al ³⁺	SB	T	V	M	M.O
				----- cmol _c dm ⁻³ -----				-----		---%---		g kg ⁻¹
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	0,93	2,33	31	29	8

Prof = profundidade; P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); P disponível (extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); 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 (EMBRAPA, 2013). M.O. = Método Colorimétrico.

O pH observado nas três profundidades de acordo com a Tabela 1, é considerado bom com acidez média, excluindo a necessidades da correção da acidez do solo (CFSEMG 1999).

Tabela 2. Teores de micronutrientes e concentração de argila, antes da aplicação da ARS, Uberlândia-MG, 2014

Prof cm	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila
	----- mg dm ⁻³ -----					-- g kg ⁻¹ --
00-20	0,11	0,8	36	3,6	1,2	114
20-40	0,07	0,8	23	1,8	0,5	152
40-60	0,07	0,6	16	1,4	0,1	157

B = (BaCl₂.2H₂O 0,0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn = (DTPA 0,005 mol L⁻¹ + TEA 0,01 mol L⁻¹ + CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ a pH 7.3) (EMBRAPA, 2013). Argila: Método da pipeta (EMBRAPA, 2011).

O plantio das mudas de *Corymbia citriodora* foi realizado no mês de dezembro de 2014, com arranjo em linhas duplas. O espaçamento utilizado foi o de 2 metros entre plantas e 3 metros entre linhas e 15 metros entre as linhas duplas. Na entrelinha manteve-se a pastagem de Urochloa. As parcelas experimentais foram 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 m², onde estavam sendo aplicados os tratamentos.

A adubação de plantio e cobertura 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⁻¹ de superfosfato simples (18% de P₂O₅) 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, localizadas na projeção da copa, foi

realizado com capina manual, aos 60, 120 e 180 dias após o plantio, respectivamente, em uma faixa de 80 cm sobre a linha de plantio.

A água residuária de suinocultura (ARS) foi proveniente da suinocultura da fazenda Bonsucesso, com 6.000 animais na fase de engorda, apresentando um volume médio de 110 m³ de ARS por dia. Os dejetos eram manejados com biodigestor de manta de PVC e lagoa de estabilização. Em todas as aplicações de ARS, foram coletadas amostras para a caracterização da sua composição química para formação de uma amostra composta de cada mês para análise (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização química da água residuária de suinocultura (ARS), de uma granja de terminação em Uberlândia, Minas Gerais, 2014

Determinação	Unidade	1º Aplicação	2º Aplicação	3º Aplicação
pH	%	7,0	7,4	7,4
Densidade	%	-	1,01	-
Matéria Orgânica	%	0,65	0,91	0,65
Carbono Orgânico	%	0,36	0,5	0,36
Nitrogênio Total	%	0,35	0,47	0,14
Relação C/N	%	1,03	10,7	2,57
Fósforo 1(P ₂ O ₅) total	%	0,70	0,07	0,08
Potássio 1<20sol. 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 ⁻¹	200,0	300,0	700,0
Cobre (Cu)	mg L ⁻¹	5,0	6,0	15,0

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 5 repetições (Figura 2). Os tratamentos foram 4 doses de água residuária de suinocultura (ARS): 200, 400, 600 e 800 m³ ha⁻¹ e um tratamento sem a aplicação de ARS, sendo as aplicações parceladas em duas épocas, da água e da seca.

Aplicações:

8 - 600L
 16 - 1200L
 24 - 1800L
 32 - 2400L

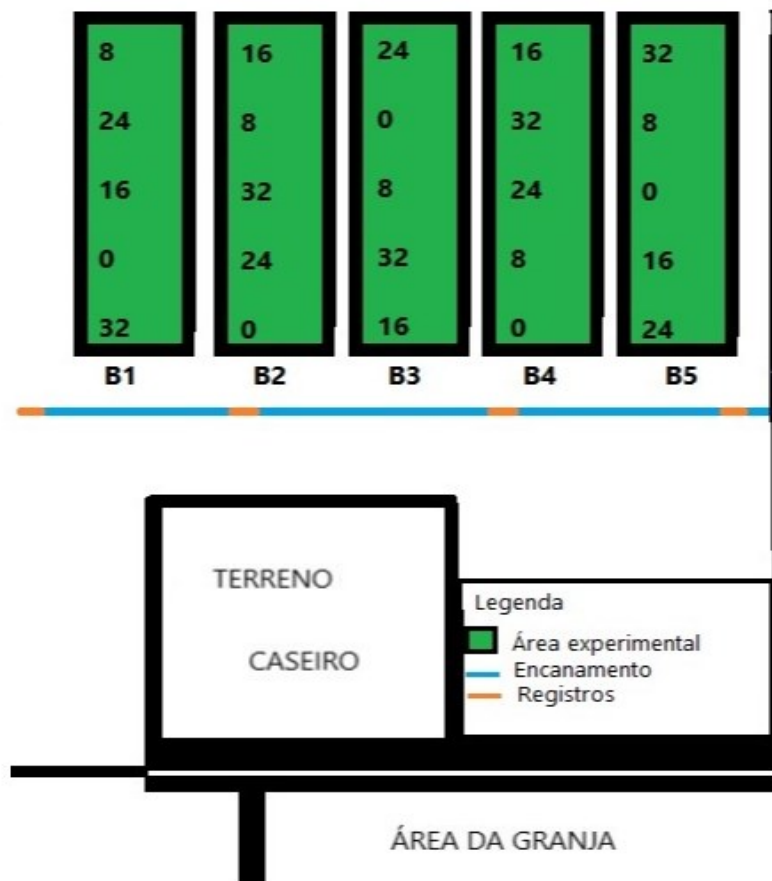


Figura 2. Croqui da área experimental na Fazenda Bonsucesso, em Uberlândia, Minas Gerais, 2014.

Os dados obtidos em 2017, foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade de resíduos (teste de Kolmogorov-Smirnov), homogeneidade das variâncias (teste de Levene) e aditividade de bloco (Teste de Tukey para aditividade), utilizando o programa SPSS versão 20.0. Todos os dados foram submetidos a 0,01 de significância. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em arranjo de parcelas subdivididas, sendo as doses de ARS as parcelas e a profundidade a subparcela. Foi feita análise de variância com teste regressão e Tukey utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4, encontram-se os valores correspondentes da análise de variância para os elementos P, K, Ca, Mg e S. Os teores dos nutrientes P, K e S não diferenciou significativamente no solo em relação a dose, profundidade e a interação destas variáveis, porém observou uma diferença significativa nos teores de Ca e Mg somente em relação a profundidade de solo, com valores de 0,041 e 0,007 respectivamente.

Tabela 4. Análise de variância para os atributos Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), Uberlândia - MG

FV	Pr>Fc				
	P	K	Ca	Mg	S
Dose	0,460 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,958 ^{ns}	0,692 ^{ns}	0,983 ^{ns}
Profundidade	0,104 ^{ns}	0,105 ^{ns}	0,041*	0,007*	0,305 ^{ns}
Profundidade x Dose	0,246 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,542 ^{ns}	0,199 ^{ns}	0,380 ^{ns}
Média	5,24	0,20	3,30	2,60	15,24

FV – fator de variação; ^{ns} – não significativo; * - significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Resultados discordantes dos obtidos nesse trabalho, foram constatados por Moura (2017) que avaliando os atributos químicos do solo sob aplicação de água residuária de suinocultura, em um sistema silvipastoril, a demonstrou que o teor de P foi modificado no solo nas diferentes profundidades (0-20 37,33; 20-40 45,37 e 40 a 60 18,26), no local da amostra de solo coletadas e para as diferentes doses de ARS aplicadas ao solo, em que o aumento da dose de ARS promoveu um incremento no teor deste nutriente.

Com a degradação do material orgânico, contido nas ARS, o P é lentamente disponibilizado com, logo os óxidos de ferro e alumínio presentes no solo, não têm menos influência nas reações de adsorção e fixação (SCHERER; BALDISERA, 1994). Aspecto este positivo da aplicação das ARS nas regiões de clima tropical segundo Condé *et al.* (2012), uma vez que estas quando se é aplicado P da forma mineral solúvel pode ser fortemente fixado pelos referidos óxidos e hidróxidos presentes, não permanecendo disponível para as plantas.

Em contra partida os aumentos nas concentrações de P no solo em função do aumento da aplicação de taxas de ARS foram verificados por PRIOR (2008) e BERWANGER (2006). O comportamento também foi observado por QUEIROZ *et al.*,

(2004), ao notarem aumento no teor de P disponível em relação à condição inicial, com a aplicação dos dejetos, indicando um acúmulo desse macronutriente no solo.

Os teores de Ca variaram com as diferentes profundidades e com a aplicação de diferentes doses de ARS (Tabela 5).

Tabela 5. Teores de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) no solo em diferentes profundidades de um sistema silvipastoril de linha simples, Uberlândia – MG,

Profundidade (cm)	Ca	Mg
	----- cmol _c dm ⁻³ -----	
0 – 20	2,64 b	3,40 a
20 – 40	4,12 a	2,48 ab
40 – 60	3,08 ab	1,92 b

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

Não sendo passível de preocupações relativas a perda, o Ca no solo é mais fortemente adsorvido que amônio (NH⁴⁺), potássio (K) e magnésio (Mg), sua lixiviação não é tão intensa (MAGGI *et al.*, 2011). Segundo Furtini Neto *et al.* (2001) a aplicação de resíduos orgânicos ao solo aumenta a lixiviação de Ca, devido ao aumento da matéria orgânica (MO). Maggi *et al.* (2011), verificaram que as concentrações de Ca em camadas mais profundas do solo aumentaram de acordo com o aumento das doses de ARS, comprovando que os resíduos orgânicos aumentam a lixiviação pelo fato de que a ARS pode ocasionar elevação do pH favorecendo a mineralização, aumentando a liberação de CO₂ e, conseqüentemente, a lixiviação de Ca(HCO₃)₂ com a água.

Os teores de Mg diminuíram de acordo com o aumento na profundidade do solo, isso pode ter ocorrido devido a reações que ocorreram no solo após a aplicação de ARS, interferindo na disponibilidade do Mg. De acordo com Mendonça e Rowell (1994), pequenas variações dos teores de Mg no solo podem ocorrer em função da baixa concentração do elemento na ARS. Altos teores de K podem inibir a concentração de Ca e Mg, diminuindo sua concentração no solo, uma vez que ocorrem interações antagônicas entre estes (SILVA; TREVIZAM, 2015), podendo ter prejudicado a concentração nas diferentes profundidades.

Tabela 6. Análise de variância para os atributos Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), Uberlândia – MG, 2014

FV	Pr>Fc				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Dose	0,493 ^{ns}	0,508 ^{ns}	0,408 ^{ns}	0,329 ^{ns}	0,718 ^{ns}
Profundidade	0,120 ^{ns}	0,001*	0,000*	0,000*	0,000*
Profundidade x Dose	0,339 ^{ns}	0,047*	0,204 ^{ns}	0,907 ^{ns}	0,134 ^{ns}
Média	5,24	0,54	17,68	0,99	0,34

FV – fator de variação; ^{ns} – não significativo; * - significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

O Cu está presente nas rações, e aproximadamente 70 a 95% é excretado, sem ser digerido pelo animal (PERDOMO; CAZZARE, 2001). Vários trabalhos relataram 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. Silva e Mendonça (2007) afirmaram que dentre os metais pesados, o Cu é um dos menos móveis no solo devido sua forte adsorção nos colóides orgânicos e inorgânicos. Girotto (2007), após sete anos de aplicação de ARS, observou aumento dos teores de Cu e Zn no solo e movimentação desses em seu perfil

É importante citar que os principais micronutrientes como ferro, manganês e zinco fornecidos pela ARS se concentrou principalmente nas primeiras camadas do solo, na profundidade 0-20 cm (Tabela 7).

Tabela 7. Teores de Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) no solo em diferentes profundidades em um sistema silvipastoril de linha simples, Uberlândia – MG, 2014

Profundidade (cm)	Fe	Mn	Zn
0 – 20	27,68 a	1,39 a	0,61 a
20 – 40	12,88 b	0,87 b	0,23 b
40 – 60	12,48 b	0,74 b	0,18 b

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

O elemento cobre obteve um aumento significativo quando relacionado a profundidade x dose, com isso observou que esse aumento se deu na dosagem de 400m³ nas profundidades de 20-40 e 40-60cm e na dosagem de 800m³, também nas profundidades de 20-40 e 40-60cm (Tabela 8).

Tabela 8. Teor de Cu no solo para doses de ARS em diferentes profundidades no sistema silvipastoril em linha simples

Profundidade (cm)	Dose de ARS ($m^3 ha^{-1} ano^{-1}$)				
	0	200	400	600	800
0 – 20	0,36 a	0,88 a	1,30 a	0,64 a	1,40 a
20 – 40	0,64 a	0,24 a	0,26 b	0,32 a	0,32 b
40 – 60	0,30 a	0,64 a	0,22 b	0,26 a	0,32 b

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05.

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, esses 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 Cu é um elemento essencial para as plantas, pois participa do metabolismo de carboidratos, do nitrogênio, da síntese de lignina e de clorofila (FILHO, 2005). Por outro lado, o Cu é considerado um metal pesado e em elevadas concentrações no solo, pode se tornar tóxico para as plantas. Segundo Mattias (2006), lixiviação de metais pesados como o Cu e Zn requer atenção em decorrência da utilização de ARS, como foi ressaltado por Gräber *et al.*, (2005) e que destacaram que o fato dos dejetos de suínos apresentarem em sua composição altas concentrações de Cu e Zn, sua aplicação em doses excessivas pode resultar na contaminação do solo e da água e também acarretar intoxicação as plantas e aos demais níveis da cadeia alimentar (FREITAS *et al.*, 2005).

O Cu é transferido através dos macroporos que possuem proteção em suas paredes o que dificulta a interações entre as partículas do solo e a solução, logo o Cu transferido não interage com os colóides de solo. Tanto o Cu como o Zn podem ser transportados adsorvidos em substâncias húmicas na forma de complexos móveis no perfil do solo (Gräber *et al.*, 2005).

5. CONCLUSÕES

A aplicação de água residuária de suínos em profundidade promove aumento no teor de Cu na dose de 400 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

Na profundidade de 0-20 houve maior concentração de micronutrientes.

Água residuária de suínos não influenciou no aumento de macronutrientes no terceiro ano de aplicação.

Houve um aumento nos teores de K, Mg e Ca que tendem a crescer nos próximos anos, em relação ao início do experimento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.I.; LOURENÇO, I.P.; OLIVEIRA, T.S. DE; LACERDA, N.B. DE. Perda de nutrientes por lixiviação em um Argissolo Acinzentado cultivado com meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.811- 819, 2006.
- BERWANGER, A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com aplicação de dejetos líquidos de suínos**. 2006. 102f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; NASCIMENTO JR., E. R. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em Sistema Silvopastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 19-25, edição especial, dezembro de 2009.
- CAMPOS, N. R.; PACIULLO, D. S. C.; BONAPARTE, T. P.; NETTO, M. M. G.; CARVALHO, R. B.; TAVELA, R. C.; VIANA, F. M. F. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e cultivo exclusivo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 819-821, jul. 2007.
- CORDEIRO, J.; SANCHEZ, L. R.; DOS SANTOS, W. R. P.; MISSIO, R. F.; PAVLAK, R. J. Crescimento de mudas florestais submetidas à diferentes dosagens de adubação com água residuárias da suinocultura. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 4, n. 7, Edição Especial, p. 3862-3875, nov. 2018.
- CRUZ BARZ, M.; FRAGA, B. N.; RIELLA, R.; ALVES, G. N.; STAZIAKI, L. P. G.; CARPES, G. A. S. Modelagem do desempenho de lotes de suínos em terminação. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 2, 2017.
- DA ROS, C. O.; TORCHELSEN, M. M.; SOMAVILLA, L.; SILVA, R. F.; RODRIGUES, A. C. Composto de águas residuárias de suinocultura na produção de mudas de espécies florestais. **Floresta**, v. 48, n. 1, p. 103-112, jan. /mar. 2018. Curitiba, PR. 2018.
- 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 I**: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional biometria, 45.000, São Paulo. Anais..., São Paulo: UFSCAR, 2010. p. 255-258.

FRANCO, D. **Avaliação do desempenho de gotejadores com uso de água residual na suinocultura**. 2015, 46 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

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

FREITAS, W.S.; OLIVEIRA, R.A.; CECON, P.R.; PINTO, F.A.; GALVÃO, J.C.C. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura em solo cultivado com milho. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 95-102, 2005.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. 1ª ed. Lavras, ESAL/FAEPE. 252p. 2001.

GOMES, A. M. **Aproveitamento de água residuária de suinocultura na nutrição de *Corymbia citriodora***. 28 páginas; Trabalho de conclusão de curso – Curso de Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, 2017.

GONZAGA, D. A.; BARBOSA, R. C. Estimativa do tamanho mínimo de rebanho suíno para a implementação de sistema de geração de energia elétrica de 35 kwh, 150 kwh, 275 kwh e 590 kwh, usando biogás como combustível para grupos geradores. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 26-32, 2016.

GRÄBER, I.; HANSEN, J. F.; OLESEN, S. E.; HANS, J. P.; OSTERGAARD, H. S.; KROGH, L. Accumulation of copper and zinc in danish agricultural soils in intensive pig production areas. **Danish Journal of Geography**, v. 105, n. 2, p. 15-22, 2005.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three Brachiaria species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório 2017**. Brasília: IBÁ; 2017.

KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I.A.; BAHIA FILHO, A.F.C.; PEREIRA, F.A. Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho. **Circular Técnica**, 25. Sete Lagoa: EMBRAPA- CNPMS, 1997. 31p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. de. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005.

MAGGI, C. F., FREITAS, P. D., SAMPAIO, S. C., DIETER, J. Lixiviação de

nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 170-177, 2011.

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.

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

MATOS, A.T.; SEDIYAMA, M.A.N.; FREITAS, S.P.; VIDIGAL, S.M.; GARCIA, N.C.P. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v.44, n.254, p.399-410, 1997.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de uínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 165 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Ministério da agricultura - suínos. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>. Acesso em: 22 de janeiro de 2019.

NOGUEIRA, C. C. P.; SILVA, I. J. O. Aplicação de águas residuárias de suinocultura na irrigação. **Thesis**. São Paulo. v. 6, p. 18-29, 2006.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenhos de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Rev. Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, nov. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n11/22.pdf>>. Acesso em 10 de março de 2019.

PARIZOTTO, A. A.; BISOGNIN, J. V.; LORBEN, F.; LIRA, J. L.; LIMBERGER, L.; FOWLER, R. B. & CHAVES, I. C. S. **Cartilha para Licenciamento Ambiental**. IAP – Instituto Ambiental do Paraná. 16 p. Disponível em <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Atividades/cartilha_suino.pdf>. Acesso em 10 mar. 2019.

PERDOMO, C.C. Uso racional de dejetos suínos. In: **Anais...Seminário Internacional De Suinocultura**, 1. Campinas, SP. p1-19. 1996.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; SILVA, J. I. C.; MATINS, D. Densidades de plantas de *Urochloa decumbens* em convivência com *Corymbia citriodora*. **Semana: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1803-1812, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/42623/WOS000297942600015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 1º de março de 2019.

PRIOR, M. **Efeito da água residuária de suinocultura no solo na cultura do milho**. 2008. 120f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

QUEIROZ, F.M. DE; MATOS, A.T.DE; PEREIRA O.G.; OLIVEIRA, R.A.DE. Perda de nutrientes por lixiviação em um Argissolo Acinzentado cultivado com meloeiro. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1487-1492, 2004.

QUEIROZ, F.; MATOS, A.T.; PEREIRA, O.G. *et al.* Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v.34, n.05, p.1487-1492, 2004.

REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CATELAN, F.; MARTINS, M. I. E. Análise econômica de cultivos consorciados de alface americana x rabanete: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 853-858, 2005.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T. Aproveitamento dos dejetos de suínos como fertilizantes. In: DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO E UTILIZAÇÃO DE DEJETOS DE SUÍNOS, 1994, Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1994, p.47 (Documentos, 32). SEGRANFREDO, M. A. **Dejetos Animais - A dupla face benefícios e prejuízos**, Concórdia, 2004.

SEGRANFREDO, M.A. Efeitos de dejetos de suínos sobre o N-total, amônio e nitratos na superfície e subsuperfície do solo. In: **Anais Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria - RS. 1998.

SILVA, H. D.; CARDOSO, A. M. S.; SOUZA, V. B.; SOUZA, M. D. C.; OLIVEIRA, P. C. C.; CUNHA, L. M. Viabilidade Agrônômica de Consórcio entre Alface e Rúcula no Sistema Orgânico de Produção. **Cadernos de Agroecologia**. Vol. 6, No. 2, dez 2011. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/11226/7729>>. Acesso em: 09 de março de 2019.

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. **Informações agrônômicas**. n. 149, p. 10-16, 2015.

SILVA, M. J. Q. **Uso de água residuárias de suinocultura no desenvolvimento e nutrição do *Corymbia citriodora***. 14 páginas; Trabalho de conclusão de curso – Curso de Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia; Uberlândia, 2017.

SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.443-451, 2009.

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 Ambiental**, campina Grande, v.14, n.3, p. 320-325, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas. **Diário Oficial da União**. Brasília, 20 de Dezembro de 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA FLORESTAS. Disponibilidade e qualidade da forragem de Braquiária (*Brachiaria brizantha*) em um sistema silvipastoril com Eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) no noroeste do estado do Paraná. **Folder Técnico**. Colombo, PR. 2002.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS - IPEF. **Chave de identificação de espécies florestais. 2019**. Disponível em: < <https://www.ipef.br/identificacao/cief/especies/citriodora.asp> >. Acesso em 02 mar. 2019.

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. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.30, n.2, p.346-357, mar./abr. 2010.

