



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AMBIENTAL

GUSTAVO GOMES BORGES

ANÁLISE NUTRICIONAL DE *Corymbia citriodora* EM SISTEMA SILVIPASTORIL
APÓS USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS

UBERLÂNDIA - MG

2021

GUSTAVO GOMES BORGES

**ANÁLISE NUTRICIONAL DE *Corymbia citriodora* EM SISTEMA SILVIPASTORIL
APÓS USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Jose Geraldo Mageste

UBERLÂNDIA - MG

2021

GUSTAVO GOMES BORGES

**TEORES DE NUTRIENTES FOLIARES DE *Corymbia citriodora* EM SISTEMA
SILVIPASTORIL COM USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUÍNOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para obtenção do grau bacharelado em Engenharia Ambiental.

Aprovado em 21 de outubro de 2021.

Prof. Dr. Jose Geraldo Mageste
Universidade Federal de Uberlândia
ORIENTADOR

Prof. Luara Cristina de Lima
Universidade Federal de Uberlândia
CO-ORIENTADORA

Prof. Dr. Paulo Roberto Magistrali
Universidade Federal de Uberlândia

UBERLÂNDIA - MG

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida, e me alinhado na caminhada de fé.

Aos meus pais Gilmar e Nilda, pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações e ter realizado mais esse sonho de ser engenheiro.

A minha irmã Analine, pela amizade e atenção dedicadas quando sempre precisei.

Ao meu professor orientador Jose Geraldo Mageste, pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo dessa formação.

A minha amiga e co-orientadora, Luara Lima por ter me auxiliado nas incansáveis coletas e buscas por oportunidades. Além de ter me fornecido coragem e ânimo durante todo este percurso.

A todos os meus amigos, Danielle, Jady e Elaine, do curso de graduação, que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

Também quero agradecer à Universidade Federal de Uberlândia e o seu corpo de técnicos e docentes que me apoiaram em cada etapa da pesquisa e me guiaram para o desenvolvimento deste trabalho, a equipe da coordenação por estar sempre presente e por proverem um imenso suporte durante todo o decorrer deste curso, que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, por ter promovido o auxílio financeiro que possibilitou a realização desse trabalho.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado!!

RESUMO

BORGES, Gustavo Gomes. **Teores de nutrientes foliares de *Corymbia citriodora* em sistema silvipastoril com uso de água residuária de suínos**. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

Devido à grande expansão do agronegócio brasileiro, o uso de alternativas para fertilização do solo visando maior sustentabilidade vem se tornando cada vez mais importante, principalmente na instalação de sistemas agrossilvipastoris. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais. O objetivo desse trabalho foi avaliar o estado nutricional da espécie citriodora (*Corymbia citriodora*), sob aplicação de água residuária de suinocultura, em dois arranjos num sistema silvipastoril, sob simulação de pastejo em lotação intermitente. Foram conduzidos dois experimentos simultâneos, sendo o primeiro com *Corymbia citriodora* em linha simples e o segundo com *Corymbia citriodora* em linha dupla. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em arranjo fatorial de 2x5, sendo dois manejos de plantio e cinco doses de água residuária de suinocultura: 0, 200, 400, 600 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, duas aplicações divididas, durante a época de seca e época das chuvas. Foram realizadas avaliações dos teores de macro e micronutrientes foliares, no quarto ano do experimento. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e de homogeneidade das variâncias de Levene, ambos a 0,01 de significância. Em seguida, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 0,05 de significância e os resultados para o fator quantitativo foram submetidos à análise de regressão. De modo geral, a aplicação de água residuária de suinocultura neste sistema, altera os teores foliares de nitrogênio, magnésio, manganês e zinco, mostrando-se promissora para melhoria nutricional e agrônômica do componente arbóreo. Contudo, os teores foliares de fósforo, potássio, cálcio, enxofre, boro, cobre e ferro, não são afetados pelas diferentes doses de água residuária de suinocultura e dos diferentes arranjos.

Palavras-Chave: eucalipto; dejetos de suínos; *Urochloa decumbens*; resíduo orgânico.

LISTA DE SIGLAS

ARS Água residuária de suinocultura

B Boro

Ca Cálcio

Cu Cobre

Fe Ferro

K Potássio

Mg Magnésio

Mn Manganês

N Nitrogênio

P Fósforo

S Enxofre

SSP Sistema silvipastoril

Zn Zinco

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:.....	15
Figura 2:.....	20
Figura 3:.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	15
Tabela 2:	16
Tabela 3:	18
Tabela 4:	21
Tabela 5:	23
Tabela 6:	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÃO.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas silvipastoris (SSP's), modalidade dos sistemas agroflorestais, referem-se às técnicas de produção nas quais se integram animais, plantas forrageiras e árvores, numa mesma área. Tais sistemas representam uma forma de uso da terra em que atividades silviculturais e pecuárias são combinadas, para gerar produção de forma complementar, pela interação dos seus componentes. Apesar dos recentes avanços no conhecimento sobre os SSP's com eucalipto, ainda existe grande carência de informações, principalmente com relação à resposta do animal e do pastejo. Aliás, avaliações desses sistemas sob pastejo são escassas não apenas no Brasil, mas também na literatura mundial (GARCIA; BERNARDINO, 2010).

Ademais, a suinocultura é uma das principais atividades econômicas no Brasil. Sua expansão e crescimento no estado de Minas Gerais deu-se a partir da década de 1970, com o aumento expressivo no número de granjas instaladas, principalmente na região da Zona da Mata. Apesar da criação de suínos ser de grande interesse econômico, a instalação das granjas acarretou um grande problema: o aumento no volume da produção dos dejetos de suínos e destinação destes (BRANDÃO et al., 2000).

Uma das maiores preocupações para a expansão da suinocultura tem sido o excesso de produção de dejetos. Esses dejetos, quando mal manejados, causam a poluição do solo e dos lençóis freáticos, além do odor desagradável em áreas circunvizinhas. A preocupação do impacto deste dejetos sobre o ambiente cresce em importância pois, além da limitação de área, sua distribuição em áreas mais distantes das unidades de produção não é economicamente viável (GIROTTI, 2007). Por outro lado, o uso racional destes resíduos na agricultura, pode reduzir a dependência dos agricultores com fertilizantes industriais, transformando estes resíduos em insumos úteis e econômicos com um mínimo de contaminação ambiental.

A quantidade total de dejetos líquidos produzidos varia de acordo com o manejo dispensado, 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 Júnior (1997) estima que uma granja com 300 matrizes, em ciclo completo, produz diariamente um volume de 60 m³ 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.

Assim, com o crescimento da produção suína no Brasil, está ocorrendo também uma grande geração de dejetos, dentre eles a água residuária de suinocultura (ARS). Apesar do seu potencial poluidor, esta contém macro e micronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), dentre outros, que podem contribuir para redução da aplicação de fertilizantes minerais, minimizando os impactos ambientais decorrentes do uso excessivo de fertilizantes minerais. Dessa forma, a utilização da ARS pode ser eficaz como biofertilizante, se efetuada de maneira adequada. O registro do uso de ARS tem sido realizado, normalmente, em culturas anuais, mas sua aplicação em pastagens perenes surge como alternativa de maximização do seu uso (VIELMO, 2008).

Além disso, o gasto com fertilizantes representa de 30 a 40% dos custos variáveis de produção no Brasil, sendo que mais de 70% do NPK é importado (SAAB; PAULA, 2008). Considerando o alto custo dos fertilizantes, empresas florestais estão buscando alternativas para os fertilizantes tradicionalmente utilizados e, dentre estas, está a utilização de resíduos de natureza orgânica (ANDRADE, 2002). A aplicação de ARS no solo utilizando sistemas de irrigação é uma forma segura e econômica, quando esses sistemas são dimensionados e operados corretamente (BOHLEY, 1990).

Não obstante, a aplicação de ARS tem sido apontada por muitos pesquisadores como excelente alternativa de fornecimento de nutrientes às culturas, promovendo melhorias nos parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo (KONZEN; ALVARENGA, 2008). Além disso, a utilização de resíduos orgânicos no solo é um dos pré-requisitos para a produção agrícola sustentável. A aplicação de nutrientes ao solo via aplicação de ARS é uma alteração antropogênica que contribui para a transformação dos solos agrícolas, podendo ampliar sua capacidade produtiva, reduzir ou até impossibilitar seu uso, dependendo do manejo. Sabe-se que o solo possui, dependendo de sua capacidade de troca, grande capacidade de reter grandes quantidades de substâncias orgânicas e inorgânicas, fazendo desse recurso uma das alternativas mais razoáveis para disposição de resíduos, tanto do ponto de vista econômico, como para a produção de alimentos ou como fonte energética (OLIVEIRA, 2006).

Dentre as atividades que têm sido constantemente estudadas, avaliando o possível uso da água residuária, o estudo da forragicultura e da silvicultura têm destaque, uma vez que o seu consumo não é realizado diretamente pelo homem, o que garante questões de segurança alimentar e, ainda, por demandarem grandes volumes de água. Ainda, o uso do solo de forma sustentável tem se mostrado mais frequente, principalmente para reduzir os impactos

ambientais e melhorar a qualidade destes e dentre as alternativas de produção agropecuária sustentável se destacam os SSP's.

Dessa forma, o interesse pelos SSP's vem aumentando de forma significativa em todo o país. Práticas de integração da lavoura, pecuária e silvicultura já aparecem como programas de pesquisa e extensão de órgãos governamentais. Tais iniciativas são resultado do reconhecimento e necessidade de se conduzir tais sistemas em favorecimento do solo, do meio ambiente e das gerações humanas presentes e futuras (GARCIA; BERNARDINO, 2010). 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, deposição de matéria orgânica, redistribuição de carbono, influencia na produtividade e valor nutritivo das forrageiras, dentre outros (RADOMSKI; RIBASKI, 2012).

“*Corymbia citriodora* foi descrita por William Jackson Hooker como *Eucalyptus citriodora*, sendo em 1995 transferida para o gênero *Corymbia* por K.D.Hill & L.A.S.Johnson, alteração publicada em *Telopea* 6(2–3): 388. 1995.”

Segundo Reis et al. (2013), *C. citriodora* tem sua madeira utilizada na produção de carvão vegetal, cercas, cruzetas, dormentes, lenha, mourões, pontaletes, postes, serraria (vigas, caibros e móveis), dentre outros usos (Golfari et al., 1978; Ferreira, 2003; Boland et al., 2006). O óleo essencial extraído de suas folhas tem sido usado na aromatização de ambientes e produção de desinfetantes, detergentes, sabões, ceras, saponáceos, pedras sanitárias e como matéria-prima para a indústria de perfumaria e fármacos (Vitti et. al, 2003; Vieira, 2004).

Além disso, o aumento de dispositivos legais severos contra a descarga de poluentes nos recursos hídricos tem aumentado o interesse no uso do solo para disposição, tratamento e utilização de efluentes líquidos em geral (GONÇALVES et al., 2009). A reciclagem de dejetos líquidos de suíno vem atender à necessidade de disposição controlada deste resíduo, com a preocupação da preservação das águas superficiais e dos aquíferos, especialmente, pela alta carga poluidora, devido à elevada demanda bioquímica de O₂ (DBO) e à presença de metais pesados (MATTIAS, 2006).

Apesar do explanado, há poucas informações técnicas específicas relativas ao tratamento e aproveitamento ARS provenientes da criação de suínos, isso porque a mesma necessita de melhorias dos conhecimentos em nutrição de plantas, solos, hidrologia e saúde pública (BOLZANI; OLIVEIRA; LAUTENSCHLAGER, 2012). As informações são ainda mais

escassas quando se trabalha com ARS conjuntamente com os SSP's, com alternativas técnicas e que sejam economicamente viáveis para a propriedade rural e ambientalmente aceitas pela sociedade.

Assim, o objetivo principal desta investigação foi avaliar teores de macro e micronutrientes foliares da citriodora (*Corymbia citriodora*), sob diferentes doses de ARS, em dois arranjos de SSP's, sob simulação de pastejo em lotação intermitente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais e situada a 19° 05' 17" de Latitude Sul e 48° 22' 00" de Longitude Oeste, com altitude média de 820 metros. De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como Aw. A temperatura média anual em Uberlândia é 22.3 °C. 1342 mm é a pluviosidade média anual, apresentando assim, moderado déficit hídrico no inverno e excesso de chuvas no verão (Alvares, Clayton Alcarde, 2016). O sistema silvipastoril utilizando citriodora (*Corymbia citriodora*) foi implantado no mês de novembro de 2014, numa pastagem degradada sob vegetação de Cerrado, já estabelecida com pastagem de *Urochloa decumbens*, em Latossolo Vermelho distrófico, de acordo com a classificação da EMBRAPA (2013).

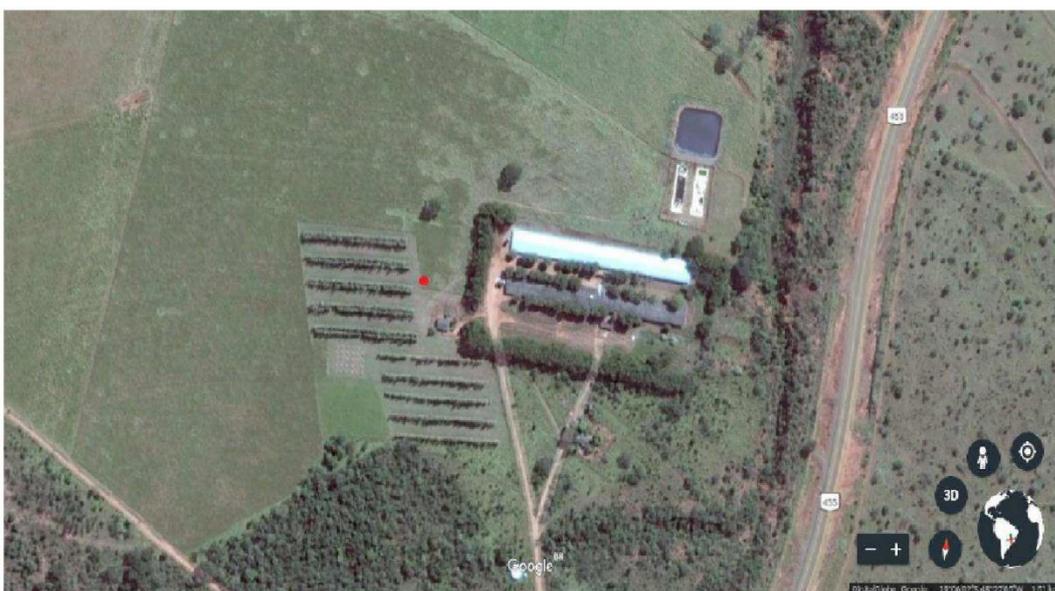


Figura 1. Localização da área experimental (●) na Fazenda Bonsucesso (19°05'17"S 48°22'00"W), em

Uberlândia, Minas Gerais. Fonte: Google Earth, 2019.

Antes da implantação do experimento, foram retiradas amostras de solo, na profundidade de 0 a 20 cm, para compor uma amostra composta, cuja análise química (Tabela 1) e textural foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia (LABAS/UFU), seguindo metodologia da EMBRAPA (2011). O solo da área é classificado como de textura arenosa (31,0% de areia grossa, 48,8% de areia fina, 8,8% de silte e 11,4% de argila).

Tabela 1 - Caracterização química e teor de argila do solo da área experimental localizada na Fazenda Bonsucesso, Uberlândia, Minas Gerais, 2014.

Prof.	pH H ₂ O	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	MO
cm	1-2,5	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----							dag kg ⁻¹
0-20	5,7	9,6	0,7	0,9	0,5	0,0	1,8	1,47	3,27	1,7
V	m	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Areia	Silte	
-----%		-----mg dm ⁻³ -----				-----dag kg ⁻¹ -----				
45	0	0,11	0,8	36	3,6	1,2	114	798	88	

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. Argila: Método da pipeta. M.O. = Matéria Orgânica pelo Método Colorimétrico (DONAGEMA et al., 2011).

Foram conduzidos e avaliados dois arranjos espaciais simultâneos, descritos a seguir:

- **Experimento 1:** Sistema silvipastoril em linha simples, com eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora*), em linha simples e pastagem (*Urochloa decumbens*). O eucalipto foi plantado em linhas simples, com espaçamento de 2 m entre plantas e 20 m entre as linhas de eucalipto. A adubação de plantio para a espécie arbórea foi realizada de acordo com a análise de solo e necessidade da planta, segundo a CFSEMG (1999). Na entrelinha do eucalipto foi conduzida a pastagem de *Urochloa decumbens*, onde foram aplicadas as doses de água residuária de suinocultura. As parcelas para avaliação do crescimento e desenvolvimento das plantas foram de 10 m de comprimento por 3 m de largura, numa área de 30 m².
- **Experimento 2:** Sistema silvipastoril em linha dupla, com eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora*), em linha dupla e pastagem (*Urochloa decumbens*). O eucalipto foi plantado em

duas linhas de eucalipto por parcela, com espaçamento entre linhas de 3 m e de 2 m entre plantas (na linha). Há um espaçamento de 20 m entre as linhas duplas de eucalipto. A adubação de plantio para o eucalipto foi realizada de acordo com a análise de solo e necessidade da planta, segundo CFSEMG (1999). Nas entrelinhas do eucalipto foi conduzida a pastagem de *Urochloa decumbens*, em que foram aplicados os tratamentos (Diferentes doses de ARS). As parcelas foram de 10 m de comprimento por 6 m de largura, com uma área de 60 m².

O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, em arranjo fatorial de 2x5, sendo dois manejos, um com plantio de linha simples e o outro com plantio de linha dupla. Em ambos, foram realizadas aplicações de cinco doses de ARS (Tabela 2), que foram parceladas ao longo do ano, sendo aplicadas as seguintes doses: 0, 100, 200, 300 e 400 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Na Fazenda Bonsucesso, há 6 mil suínos em fase de engorda, na qual se produz um volume médio de 110 m³ de ARS, onde foram feitas as caracterizações químicas (EMBRAPA, 2011) antes das aplicações parceladas.

Tabela 2 - Caracterização da água residuária da suinocultura. Fazenda Bonsucesso, Uberlândia, Minas Gerais, 2014.

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	0,05	0,36
Nitrogênio (N) total	%	0,35	0,47	0,14
Relação Carbono/Nitrogênio	%	1,03	10,7	2,57
Fósforo (P ₂ O ₅) total	%	0,70	0,07	0,08
Potássio (K ₂ 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 ⁻¹	200,00	300,00	700,00
Cobre (Cu)	mg L ⁻¹	5,00	6,00	15,00
Zinco (Zn)	mg L ⁻¹	5,00	5,00	9,00

Foram realizadas coletas de folhas maduras, no terço médio da copa do citriodora em quatro partes da copa (norte, sul, leste, oeste), homogeneizando-as. A última folha totalmente expandida por unidade de planta foi coletada de forma aleatória, denominada folha referência, totalizando 30 unidades por parcela (MALAVOLTA, 2006). Estas foram colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C, por um período de 72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey (2 mm), para realização das análises químicas. Os métodos de análises utilizados para a determinação dos macros e micronutrientes foram: digestão sulfúrica do nitrogênio (N Total), digestão nitro perclórica para fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) de acordo com EMBRAPA (2011) e incineração para boro (B) (MALAVOLTA, 2006).

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e de homogeneidade das variâncias de Levene, ambos a 0,01 de significância, com o aporte do programa R. Em seguida, os dados foram submetidos a análises estatísticas utilizando-se o programa R, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Os resultados para o fator quantitativo (doses) foram submetidos à análise de regressão polinomial (VIEIRA, 2008), testando-se os modelos lineares e quadráticos.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão os teores foliares de N, P e K (g kg⁻¹) no eucalipto (*Corymbia citriodora*), em função da aplicação de doses de ARS (m³ ha⁻¹ ano⁻¹) e dois arranjos espaciais de SSP. Observa-se que houve interação significativa (p<0,05) nos teores de N para as doses e manejos. Contudo, não foi observada diferença significativa (p>0,05) para os teores de P e K. De acordo com Gonsaga (2017) foi comprovado que a produção (madeira, óleo, celulose) varia

de acordo com a disponibilidade de nutrientes e a planta pode variar de acordo como ela absorve pois pode ter a variabilidade de absorção de acordo com a idade de crescimento.

Tabela 3 - Teor foliar de nitrogênio, fósforo e potássio (g kg^{-1}) no eucalipto citriodora, em sistema silvipastoril com linha simples e linha dupla e aplicação de doses de água residuária da suinocultura ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

Doses	N		P		K	
	L. simples	L. dupla	L. simples	L. dupla	L. simples	L. dupla
0	12,3 b	15,9 a	0,6	0,4	5,0	4,0
200	14,2 a	12,2 b	0,2	0,6	5,6	6,0
400	16,3 a	10,4 b	0,6	0,4	5,2	3,8
600	16,4 a	12,8 b	0,6	0,3	5,2	5,8
800	15,9 a	11,7 b	0,2	0,6	4,4	6,6
Média	15,0	12,7	0,5	0,4	5,0	5,2

Médias seguidas por letras na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

Observa-se que quando foram aplicadas as doses de 400, 600 e 800 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (Tabela 3), o manejo de plantio em linha simples obteve maiores valores de N foliar. Já quando não foi aplicada a ARS, o plantio em linha dupla apresentou maiores teores deste nutriente. Ainda, em média, o plantio do eucalipto em linha simples, independente da dose de ARS aplicada promoveu teores de N dentro da faixa de suficiência considerada pela CFSEMG (1999), para a cultura do eucalipto, ao contrário dos teores de P e K, que ficaram abaixo dos níveis considerados ideais, independente do arranjo utilizado. Vale ressaltar que a aplicação da dose de 800 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, não tem grandes diferenças comparada com doses menores.

O principal fator que reduz a disponibilidade do P aplicado no solo para as plantas é a sua fixação no solo pelo fenômeno da adsorção. Os níveis críticos no solo variam em conformidade com a capacidade tampão de fosfato do solo ou seu teor de argila (ALVAREZ et al., 2000) e quando há aumento da dose deste nutriente no solo ele pode se movimentar com mais facilidade, como observado em estudo realizado por Vitti, Boareto e Penteadó (1994). Ademais, Caovilla et al. (2010), estudando a percolação de nutrientes em colunas de solo cultivado com soja e irrigado com ARS, observaram que o K é um dos elementos que apresentam alto índice de lixiviação, que ocorre principalmente em solos arenosos, como o do presente estudo. Tais fatos podem justificar os níveis destes nutrientes encontrados nas folhas do eucalipto (Tabela 4).

De acordo com Vieira (2017), o N é um nutriente essencial requerido por todos os organismos vivos e, frequentemente, limita a produção primária em ecossistemas aquáticos e terrestres. Este elemento é necessário em grandes quantidades, uma vez que está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas, inúmeras enzimas, ácidos nucleicos e de outros constituintes celulares. As proteínas sozinhas compreendem 60% ou mais do N das plantas e de células microbianas.

A demanda nutricional das espécies arbóreas é proporcional à produtividade florestal (GONÇALVES et al., 1997). O eucalipto pode responder à fertilização, particularmente com N, aumentando a área foliar, com consequente aumento de volume de tronco (SMETHURST et al., 2003). Apesar da grande quantidade de N que pode ser acumulada, o aumento em volume e biomassa em resposta à aplicação de N não tem sido expressivo (BARROS et al., 1990; SANTOS, 2001). Na falta do nutriente, a citriodora pode apresentar folhas mais velhas e retardo no seu crescimento. A ausência ou pequena resposta do eucalipto à adubação nitrogenada pode ser atribuída à maior quantidade de N mineralizado da matéria orgânica do solo (GAMA-RODRIGUES, 1997; PULITO, 2009; ASSIS et al., 2018). Diante disso, os dados obtidos no presente estudo, demonstram que a utilização de ARS pode ser uma alternativa promissora para aplicação na cultura do eucalipto em sistema SSP, uma vez que foram alcançados níveis ideais de N nos tecidos vegetais (Tabela 3).

Ainda, em relação ao N, houve diferença ($p < 0,05$) nos teores deste nutriente em função das doses de ARS aplicadas, no arranjo de linha dupla, fato demonstrado pela análise de regressão (Figura 1), no qual a curva para os teores foliares de N em função das doses ajustou-se a um modelo quadrático. Assim, nota-se um decréscimo para os teores de N com o aumento das doses de ARS, até a dose de $447,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, com a qual o teor foi de $11,55 \text{ g kg}^{-1}$ e se atingiu o mínimo teor de N. O decréscimo médio no teor de N foi de $0,0173 \text{ g kg}^{-1}$, para cada litro de ARS, a partir do teor de N obtido na ausência do produto ($15,6 \text{ g kg}^{-1}$), até a dose de $447,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. A partir dessa dose, a curva apresentou crescimento nos teores do nutriente, atingindo o teor máximo de N na dose de $800 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ($14,3 \text{ g kg}^{-1}$).

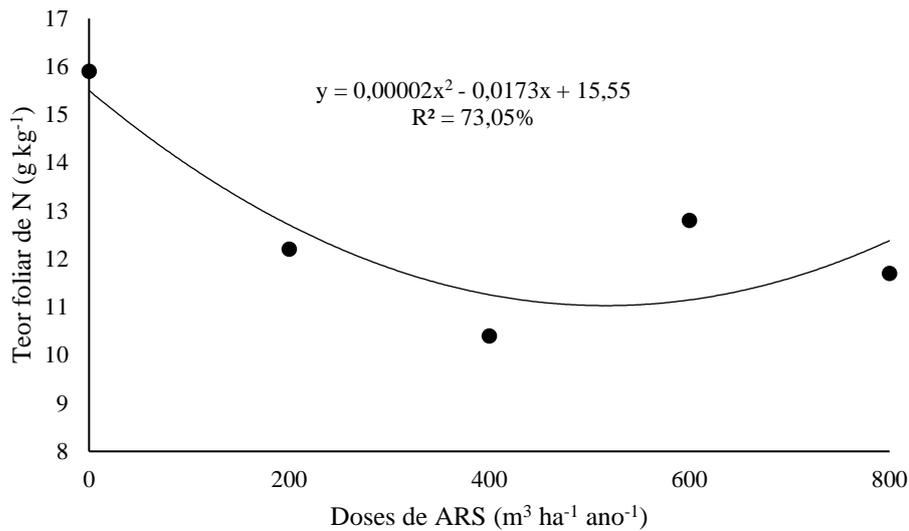


Figura 2 - Teor de nitrogênio foliar (g kg⁻¹) em função de doses de água residuária da suinocultura (m³ ha⁻¹ ano⁻¹) em sistema silvipastoril no arranjo de linha dupla.

Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de N é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente. Em agrossistemas agrícolas, um dos problemas com a utilização de fertilizantes nitrogenados consiste na baixa eficiência de sua utilização pelas plantas, raramente ultrapassando 30 a 40%. Isto ocorre porque este elemento apresenta um acentuado dinamismo no sistema solo, em consequência das transformações a que está sujeito e que podem levar a perdas deste elemento para o ambiente por meio da volatilização de NH₃, lixiviação do NO₃⁻ e emissão de N₂, N₂O e de outros óxidos de nitrogênio. Os aspectos ambientais negativos envolvem a eutrofização, acidificação e aquecimento global, com fortes implicações na sustentabilidade dos agroecossistemas e na saúde humana (VIEIRA, 2017). Daí a importância de se avaliar este nutriente nas culturas com aplicação de ARS. Ainda, de acordo com Gomes Filho et al. (2001), aproximadamente dois terços do N encontram-se na forma mineral na ARS, isto é, numa forma prontamente assimilável pelas culturas.

Em relação aos teores foliares de Ca, Mg e S (Tabela 4), observa-se que não houve diferenças ($p > 0,05$) entre as doses de ARS aplicadas e os diferentes manejos estudados. No entanto, independente da dose utilizada, os teores de Ca ficaram dentro da faixa de suficiência considerada pela CFSEMG (1999).

Muitas das funções do Ca estão ligadas à composição estrutural de macromoléculas e relacionadas à sua capacidade de coordenação, o que confere ligações intermoleculares

estáveis, mas reversíveis, principalmente nas paredes celulares e na membrana plasmática (VITTI et al., 2006). Para Amaral (2003), o Ca pode ser fornecido em altas concentrações e atingir mais de 10% do peso seco em folhas adultas, sem incorrer em sintomas de toxicidade ou inibição do crescimento da planta. Além disso, ao contrário dos outros nutrientes, altos teores de Ca estão localizados frequentemente nas paredes celulares dos tecidos, vacúolos e apoplasto.

Já os teores de Mg e S (Tabela 4), ficaram abaixo do nível adequado para a cultura do eucalipto (CFSEMG, 1999; MALAVOLTA, 2006). Em relação ao S (Tabela 4), como a ARS aplicada não possui este elemento em sua constituição (Tabela 2), pode-se justificar os níveis deste nutriente encontrados nas folhas do eucalipto.

Tabela 4 - Teor foliar de cálcio, magnésio e enxofre (g kg^{-1}) no eucalipto citriodora, em sistema silvipastoril com linha simples e linha dupla e aplicação de doses de água residuária da suinocultura ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

Doses	Ca		Mg		S	
	L. simples	L. dupla	L. simples	L. dupla	L. simples	L. dupla
0	14,1	10,9	1,9	1,6	1,0	1,0
200	10,6	11,1	1,5	1,9	0,8	1,0
400	12,4	12,4	1,7	1,7	1,0	1,0
600	10,4	12,8	1,5	1,4	1,0	1,0
800	10,0	12,1	1,4	1,3	1,0	1,0
Média	11,5	11,9	1,6	1,6	0,9	1,0

Médias seguidas por letras na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

Contudo, houve diferença ($p < 0,05$) nos teores foliares de Mg em função das doses de ARS, independentemente do tipo de arranjo utilizado no plantio do eucalipto. Analisando-se a regressão da Figura 2, observa-se que a reta para os teores foliares de Mg em função das doses aplicadas ajustou-se a um modelo linear negativo. Assim, houve decréscimo nos teores de Mg com o aumento das doses de ARS, até a dose de $800 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, com a qual o teor foi de $1,4 \text{ g kg}^{-1}$ e se obteve o mínimo teor de Mg. O decréscimo médio nos teores foi de $0,0005 \text{ g kg}^{-1}$ para cada litro de ARS. Na ausência de aplicação, foram obtidos os maiores teores do nutriente ($1,8 \text{ g kg}^{-1}$). Com a aplicação de ARS, a redução foi de 28,7% entre os tratamentos na ausência e na maior dose aplicada ($800 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

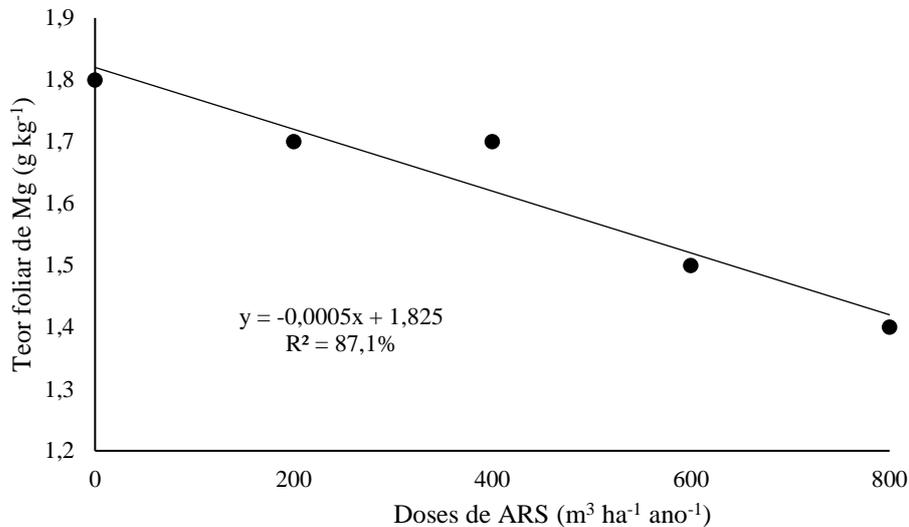


Figura 3 - Teor de magnésio foliar (g kg^{-1}) em função de doses de água residuária da suinocultura ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$), independente do tipo de arranjo utilizado.

Este fato de ausência pode ser devido ao efeito diluição, que é caracterizado, segundo Maia et al. (2005), quando a taxa de crescimento relativo de matéria seca é superior à taxa de absorção relativa do nutriente. Segundo esses autores, outro efeito que contribui para a diminuição dos teores de alguns nutrientes na planta é a retranslocação do nutriente das folhas mais velhas para o fruto (ou enchimento de grãos), que é um dreno. Isto pode ser levado em consideração para a maioria das espécies agrícolas. Trata-se de um fato que é observado para elementos móveis na planta, como o Mg. No eucalipto, a ciclagem interna (ciclagem bioquímica) desloca nutrientes de tecidos senescentes para regiões com maior atividade metabólica (REIS; BARROS, 1990; PALLARDY, 2008), o que é especialmente importante nos tecidos lenhosos, na transformação de alburno em cerne. A retranslocação dos nutrientes de tecidos em senescência para regiões da planta com maior atividade metabólica é um importante processo para aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes com alta mobilidade no tecido vegetal e reduzir a saída de nutrientes por meio da deposição de serapilheira (POGGIANI; SCHUMACHER, 2004).

Ainda, o Mg é o único mineral constituinte da molécula de clorofila, constituindo-se de porfirinas magnesianas, correspondendo a 2,7% de seu peso molecular (SOUSA et al., 2007), representando 10% do teor total de Mg na folha. Assim, os teores foliares obtidos não mensuram os teores presentes na molécula de clorofila, pois, dependendo do *status* nutricional

de Mg na planta, entre 6 e 25% do total do elemento fazem parte da clorofila. Em geral, outros 5 a 10% de Mg total nas folhas e ápices estão ligados a pectatos nas paredes celulares ou precipitados como sais solúveis de reserva no vacúolo. Os restantes 60 a 90% são extraíveis em água. Em muitos casos, o crescimento é afetado, e aparecem sintomas de deficiência de Mg quando a proporção do elemento na clorofila excede 20 a 25% (VITTI et al., 2006).

Assim, o Mg é um elemento indispensável para o crescimento das plantas, desempenhando um papel essencial na constituição da clorofila, base da fotossíntese. Sem fonte de Mg disponível, a planta não pode desenvolver-se. O Mg tem múltiplas funções, além da formação da clorofila, participa na síntese das matérias orgânicas úteis ao crescimento e ao funcionamento das plantas, como glicídios, lipídeos e protídeos, na síntese dos ácidos aminados e proteínas celulares, na assimilação e migração de P na planta, bem como na resistência aos fatores desfavoráveis, como seca e doenças (MALAVOLTA, 2006).

No que diz respeito aos teores de B, Cu e Fe (Tabela 5), não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) em relação aos teores foliares destes micronutrientes em função das doses e dos modos de plantio avaliados. Porém, em média, os micronutrientes B e Fe encontram-se dentro da faixa considerada adequada para a cultura do eucalipto, de acordo com CFSEMG (1999), independente do manejo utilizado. Já o Cu encontra-se, em média, dentro da faixa considerada adequada, quando o eucalipto foi plantado em linha simples, de acordo com Malavolta (2006). Segundo Bertoncini (2011), de 70 a 95% do Cu, Mn e Fe, fornecidos pela ração dos suínos são excretados pelos animais, o que, de maneira geral, vem de encontro com os valores dentro da faixa ideal para estes nutrientes observados nas folhas do eucalipto (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 - Teor foliar de boro, cobre e ferro (g kg^{-1}) no eucalipto citriodora, em sistema silvipastoril com linha simples e linha dupla e aplicação de doses de água residuária da suinocultura ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

Doses	B		Cu		Fe	
	L. simples	L. dupla	L. simples	L. dupla	L. simples	L. dupla

0	44,7	36,9	12,0	7,0	76,5	91,5
200	44,7	35,1	5,6	10,0	224,1	87,1
400	65,4	47,5	4,4	2,6	131,2	462,4
600	24,6	53,4	8,2	6,4	81,4	201,7
800	36,0	44,4	5,8	7,0	248,5	138,2
Média	43,5	43,1	7,2m	6,6	152,6	196,2

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

Os teores foliares de Mn e Zn estão dispostos na Tabela 6. Observa-se que houve interação significativa ($p < 0,05$) nos teores destes elementos em função das doses de ARS e manejos utilizados.

Tabela 6 - Teor foliar de manganês e zinco (g kg^{-1}) no eucalipto citriodora, em sistema silvipastoril com linha simples e linha dupla e aplicação de doses de água residuária da suinocultura ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

Doses	Mn		Zn	
	L. simples	L. dupla	L. simples	L. dupla
0	367,9 a	500,4 a	63,9 a	28,9 a
200	904,8 a	321,6 b	97,0 a	26,5 b
400	503,0 b	1054,6 a	63,1 b	135,6 a
600	328,2 b	564,2 a	36,1 a	68,2 a
800	944,1 a	383,2 b	108,5 a	47,7 a
Média	609,6	564,8	73,7	61,4

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

De acordo com a CFSEMG (1999), os teores de Mn nas folhas de eucalipto se encontram em níveis adequados, já para o Zn, se encontram acima da faixa de suficiência considerada para a cultura (Tabela 6), demonstrando a necessidade de monitoramento de áreas com aplicação de ARS, já que alguns níveis podem exceder os recomendados no solo. De fato, dentre os metais pesados, o Zn tem sido motivo de muita preocupação, uma vez que é componente de rações e de formulação de antibióticos dados aos suínos, aumentando os riscos de contaminação ambiental e, a aplicação de ARS em doses excessivas, pode resultar na acumulação deste elemento no solo, o que pode acarretar intoxicação não só às plantas, mas também nos demais níveis da cadeia alimentar (OLIVEIRA et al., 2013).

Entretanto, o Zn é cofator de mais de 300 enzimas e proteínas e tem efeito rápido e específico sobre a divisão celular, o metabolismo do ácido nucléico e a síntese de proteínas (MARSCHNER, 2012). Plantas deficientes em Zn nos estágios iniciais da cultura têm seu desenvolvimento afetado e dificilmente expressam seu máximo potencial genético, em virtude do prejuízo na manutenção da atividade enzimática. Assim, ocasionam-se diminuição do volume celular e menor crescimento apical, devido à redução da síntese ou a própria degradação de auxinas como o ácido indol acético (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

De acordo com Yamada (2000), B e Zn são essenciais para o funcionamento ótimo da ATPase e dos sistemas redox da membrana plasmática, assim, sem B pode haver redução da eficiência de Zn e vice-versa e, no presente trabalho de pesquisa, o teor foliar de B (Tabela 5) e Zn (Tabela 6) ficaram dentro de suficiência adequada (CFSEMG, 1999). Corroborando com os resultados encontrados por Queiroz et al. (2004), em estudo acerca da absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de ARS, observando que as maiores extrações de Zn foram nas forrageiras de Braquiária e Tifton 85.

O Mn é um componente essencial de muitas enzimas e, por isso, influencia fortemente o metabolismo da planta e influencia diretamente a fotossíntese, ao participar da síntese dos cloroplastos. Ainda, influencia a reserva energética ao regular o metabolismo de hidratos de carbono e a redução dos nitratos nas plantas é apenas possível se houver Mn suficiente. Assim, aumenta o crescimento das raízes secundárias e estimula o crescimento da planta ao influenciar o crescimento da extensão celular (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Nota-se na Tabela 6, que quando aplicadas as doses de 200 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, com o plantio do eucalipto em linha simples e; 400 e 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ em linha dupla, obtiveram-se os maiores teores de Mn nas folhas do eucalipto. Já em relação ao Zn (Tabela 6), a aplicação de 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS nos eucaliptos em linha simples e 400 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ em linha dupla, foram observados os maiores incrementos deste elemento nas folhas. Em contrapartida, a não aplicação de ARS, independente do arranjo SSP, não promoveu diferenças (p>0,05) nos teores de Mn e Zn, assim como nas doses de 600 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, para os teores de Zn (Tabela 6).

6. CONCLUSÕES

De modo geral, a aplicação de água residuária de suinocultura em citriodora, em sistema silvipastoril com diferentes arranjos, altera a favor dos teores foliares de nitrogênio, magnésio, manganês e zinco, mostrando-se promissora para o aumento da eficiência nutricional da cultura.

Os teores foliares de fósforo, potássio, cálcio, enxofre, boro, cobre e ferro, não são afetados em função das diferentes doses de água residuária de suinocultura e dos diferentes arranjos. No entanto, a aplicação de água residuária de suinocultura proporciona níveis adequados de nitrogênio, cálcio, boro, cobre, ferro e manganês nas folhas de eucalipto citriodora, independente do arranjo de sistema silvipastoril.

Os teores de zinco foliar ficaram acima da faixa ideal para a cultura do citriodora, independente do manejo utilizado, demonstrando a necessidade de monitoramento das áreas com aplicação de água residuária de suinocultura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, G. de C. **Efeitos da aplicação de composto orgânico de lixo urbano e de fertilizante mineral em povoamentos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.** 2002. 117 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

BARNES, J.D.; BALAGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A.W. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. **Environmental and Experimental Botany**, v.32, p.85-100, 1992.

COUTO, L., GARCIA, R., BARROS, N. F.; GOMES, J. M. G. **Redução do custo de reorestamento no Vale do Rio Doce em Minas Gerais por meio da utilização de sistemas silvipastoris: gado bovino em eucaliptal a ser explorado.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1988. 28 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 26).

FERREIRA, A. H.; CARRARO, B.; DALLANORA, D.; MACHADO, G.; MACHADO, I. P.; PINHEIRO, R.; ROHR, S. **Produção de Suínos: Teoria e prática.** 1 ed. Brasília; Associação brasileira dos criadores de suínos, 2014.

GARCIA, R.; BERNARDINO, F. S. Sistemas Silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s.l.], n. 60, p.83-83, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

SAAB, A. A.; PAULA, R. A. O mercado de fertilizantes no Brasil: diagnóstico e propostas de políticas. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 5-24, 2008.

VIELMO, H. **Dejeto líquido de suínos na adubação de pastagem de tifton 85**. 2008. 125 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; DIAS, L. E.; OLIVEIRA, J. A. **Determinação e uso do fósforo remanescente**. Boletim Informativo, Viçosa, v. 25, p. 27- 33, 2000.

AMARAL, A.F.C. **Comportamento in vitro de explantes de matrizes de cenoura (*Daucus carota* L.) tratadas com variáveis níveis de potássio**. 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

ASSIS, C. O. ; TRUGILHO; P. F.; GOULART, S. L.; ASSIS, M. R.; BIANCHI, M. L. Efeito da aplicação de nitrogênio na produção e qualidade da madeira e carvão vegetal de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 25, n. 1, p. 1-8, 2018.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. & NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio do eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F., eds. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG, Folha de Viçosa, 1990. p.127-186.

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

BOHLEY, P. B. Pumps recycle animal wastes into profits. **Irrigation Journal**, Van Nuys, v.40, n.4, p.12-18, 1990.

BOLZANI, H. R.; OLIVEIRA, D. L. do A.; LAUTENSCHLAGER, S. R. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura no solo e na qualidade dos seus lixiviados. **Eng. Sanit. Ambient.**, Maringá, v. 17, n. 4, p.385-392, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n4/v17n4a05.pdf>>.

BRANDÃO, V. D. S.; MATOS, A. T. D.; MARTINEZ, M. A.; FONTES, M. P. P. TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA SUINOCULTURA UTILIZANDO-SE

FILTROS ORGÂNICOS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.327-333, 2000.

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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.692-697, 2010.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5 ed. Lavras, 1999. 359 p.

DONAGEMA, G.K.; De CAMPOS, D.B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA J.M. **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa Solos. Documentos (INFOTECA-E). 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI; 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas**. Londrina: Planta, 2006. 86p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

GAMA-RODRIGUES, E.F. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamentos de eucalipto**. 1997. 108 f. Tese (Doutorado) - Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 1997.

GIROTTI, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquidos de suínos**. 2007. 121 f. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

GOMES FILHO, R.R.; MATOS, A.T.; SILVA, D.D.; MARTINEZ, H.E.P. Remoção de carga orgânica e produtividade da aveia forrageira em cultivo hidropônico com águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.131-134, 2001.

GONÇALVES, H. M.; BORGES, J. D.; SILVA, M. A. S. Acúmulo de metais pesados e enxofre no solo em áreas de influência de canais de vinhaça de fertirrigação. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 66-74, 2009.

GONÇALVES, J.L.M.; BARROS, N.F.; NAMBIAR, E.K.S.; NOVAIS, R.F. Soil and stand management for shortrotation plantations. In: NAMBIAR, E.K.S. & BROWN, A.G., eds. **Management of soil, water, and nutrients in tropical plantation forests**. Canberra, 1997. p.379-418. (ACIAR Monograph, 43).

JESUS, G. L.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NEVES, J. C. L.; HENRIQUES, E. P.; LIMA, V. C.; SOARES, E. M. B. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 36, p. 201-214, 2012.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Cultura do milho, fertilidade do solo e adubação orgânica. In: V Seminário Técnico da Cultura de Milho. 5, 2008. **Anais...** Videira: Editora CNPMS, Disponível em:
<<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/ferorganica.htm>>. Acesso em: 31 ago. 2010.

KOPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; PORTO FILHO, F. Q.; GHEYI, R. H.; MEDEIROS, J. F. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 292 - 295, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 2012. 651 p.

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

OLIVEIRA, A. C. S. **Acúmulo de micronutrientes e de elementos tóxicos em Latossolo cultivado com cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

OLIVEIRA, T.C.; PEREIRA, D. N. BRITO, T.E.; AGOSTINI, J.A.F.; LIMA, P.F. SILVA, A.V.; SANTOS, C.S. BREGAGNOLI, M. Diagnóstico e recuperação de áreas de pastagens degradadas. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre v. Ed. Especial, n. 1, p. 49-53, 2013.

PALLARDY, S. **Physiology of woody plants**. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2008. 454 p.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Nutrient cycling in native forests. In: GONÇALVES, J.L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Forest nutrition and fertilization**. Translation: Ken McNabb. Piracicaba: IPEF, 2004, p. 287-305.

GONSAGA, Renan Furlan. **PRODUÇÃO DE MADEIRA E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES EM CLONES DE EUCALIPTOS EM DIFERENTES IDADES**. 2017. 61 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.

Corymbia citriodora. *Tropicos.org. Missouri Botanical Garden*. Consultado em 26 de outubro de 2021.

Alvares, Clayton Alcarde; Stape, José Luiz; Sentelhas, Paulo Cesar; de Moraes Gonçalves, José Leonardo; Sparovek, Gerd (2013). **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift* (em inglês). 22 (6): 711–728.

Vieira, I.G. **Estudo de caracteres silviculturais e de produção de óleo essencial de progênies de *Corymbia citriodora*** (Hook) K. D. Hill & L.A.S.Johnson Procedente de Anhembi – SP – Brasil, Ex. Athertin QLD – Austrália. Agosto de 2004. 80 p.

Boland, D.; Brooker, M.H.; Chippendale, G.M.; Hall, N.; Hyland, B.P.M.; Johnston, R.D.; Kleining, D.A.; McDonald, M.W.; Turner, J.D. **Forest trees of Australia**. Melbourne: CSIRO, 2006. 736 p.

Ferreira, O.P. (Coord). **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. 60 p. (Publicação IPT, 2980).

Golfari, L.; Caser, R.L.; Moura, V.P. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Brasília, DF: PNUD/FAO/IBDF/BRA-45, 1978. 66 p. (Série Técnica, 11).

Vitti, A.M.S.; Brito, O.J. **Óleo essencial de eucalipto**. Piracicaba: ESALQ, 2003. 26p. (Documentos Florestais).

PULITO, A.P. **Resposta à fertilização nitrogenada e estoque de nitrogênio biodisponível em solos usados para plantações de *Eucalyptus***. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado) -, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. D.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. D.; LEMOS, A. L. Características químicas do solo e absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de águas residuárias da suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, v. 12, n. 2, p. 77-90, jun. 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.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. p. 265-302.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, L. E. C. Köppen and Thornthwaite climate classification systems in defining climatological regions of the state of São Paulo, Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 2, p. 636-643, 2016.

SANTOS, M. L. **Crescimento e alocação de biomassa e de nutrientes em eucalipto, decorrentes da aplicação de nitrogênio e potássio**. 2001. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

SMETHURST, P.; BAILLIE, C.; MARIA CHERRY, M.; HOLZ, G. Fertilizer effects on LAI and growth of four *Eucalyptus nitens* plantations. **For. Ecol. Manag.**, 176:531-542, 2003.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. G. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J.C. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 205-274.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820 p.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília, Brasília: EMBRAPA, 2017. 163 p.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 360 p.

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

VITTI, G.C.; BOARETO, A.E.; PENTEADO, S.R. **Fertilizantes e fertirrigação**. Piracicaba: Potafos; p. 261-281, 1994.

YAMADA, T. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? **Informações Agronômicas**, n. 90, 2000. p. 1-5.