

LODO DE CURTUME COMO ALTERNATIVA NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DO PORTA-ENXERTO LIMOEIRO 'CRAVO'

TACISIO NUNES TUDEIA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO - 2016

**LODO DE CURTUME COMO ALTERNATIVA NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DO PORTA-ENXERTO LIMOEIRO 'CRAVO'**

TACISIO NUNES TUDEIA

'Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal'.

Orientador: Prof. Silvio de Jesus Freitas

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCT / UENF**

92/2016

Tudéia, Tacisio Nunes

Lodo de curtume como alternativa na produção de mudas do porta enxerto limoeiro 'cravo' / Tacisio Nunes Tudéia. – Campos dos Goytacazes, 2016.

65 f. :il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia Vegetal. Campos dos Goytacazes, 2016.

Orientador: Silvio de Jesus Freita.

Área de concentração: Produção vegetal.

Bibliografia: f. 41-55.

1. LODO DE CURTUME 2. LIMOEIRO 'CRAVO' 3. PROPAGAÇÃO 4. SUBSTRATO 5. RESÍDUOS I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia II. Título

CDD 634.973766

LODO DE CURTUME COMO ALTERNATIVA NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DO PORTA ENXERTO LIMOEIRO 'CRAVO'

TACISIO NUNES TUDEIA

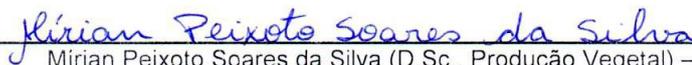
"Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal".

Aprovada em 29 de fevereiro de 2016

Comissão Examinadora



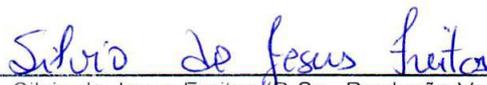
Jalille Amim Altoé Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Mirian Peixoto Soares da Silva (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Sávio da Silva Berilli (D.Sc., Produção Vegetal)(Co-orientador) – IFES



Prof. Sívio de Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Orientador)

À minha amada companheira, amiga e noiva Nabila. Aos meus amados pais, Gualter e Euza pela dedicação, educação, oportunidades, incentivos e amor com que fui criado e ao meu querido irmão.

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, razão de fé, força e existir;
Aos meus pais, pelo árduo esforço e dedicação para me proporcionar uma boa educação e conforto, pelas incessantes orações nas madrugadas e pelo amor incondicional;

A meu querido irmão Diêgo, pela amizade e companheirismo;
À minha noiva, Nabila, pela acolhida, conselhos, amor recíproco e por tudo que representa em minha vida;

Ao meu orientador e amigo de sempre (D.Sc) Silvio de Jesus Freitas, pela orientação, ensinamentos, paciência e compreensão;

Aos amigos: Rodrigo, Wanderson e Paulo pela amizade e ajuda nas disciplinas e a Waldinei, Camila e Alan Alvino agradeço pela ajuda no andamento do experimento, sem a colaboração de vocês a tarefa seria árdua e solitária;

Ao D.Sc Paulo César (PC), pelo vasto conhecimento transmitido, pelas reflexões, pela contribuição no andamento deste trabalho e pela amizade acima de tudo;

Ao Adriano Garcia pela amizade, conselhos, orações e incentivos que me fortaleceram a cumprir esse objetivo;

Ao Gustavo Beskow, pela parceria, amizade, ensinamentos e aconselhamento de nunca desistir apesar das dificuldades;

Ao professor D.Sc Sávio pela amizade e coorientação;

Aos professores D.Sc Sávio, Jalille e Mírian por fazerem parte desta banca;

Ao Sr^o Acássio, pelas conversas e orientações nas avaliações nutricionais;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade de realização do curso;

Ao Instituto Federal do Espírito Santo – Itapina ES, pela concessão da área experimental;

Ao CNPq pela concessão da bolsa;

A empresa Capixaba Couros LTDA ME pela concessão do lodo de curtume;

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram com o trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. Origem e distribuição geográfica dos citros	5
3.2. Importância da citricultura no Brasil e no estado do Espírito Santo	6
3.3. Histórico de doenças e uso de porta-enxertos de citros no Brasil	8
3.4. Limoeiro 'Cravo' (<i>Citrus limonia</i> Osbeck).....	9
3.6. Utilização do lodo de curtume na produção de mudas	12
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1. Avaliação nutricional da parte aérea.....	25
5.3. Avaliações biométricas da parte aérea	33
5.4. Avaliações biométricas da parte radicular	37
5.5. Avaliação fisiológica.....	39
6. CONCLUSÕES.....	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

RESUMO

TUDEIA, Tacisio Nunes; M. Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2016. Lodo de curtume como alternativa na produção de mudas do porta-enxerto limoeiro 'Cravo'. Orientador: Silvio de Jesus Freitas.

O limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) é um porta-enxerto para citros cujo vigor é a sua principal característica. Sua difusão se deu pelo poder reprodutivo, rápido crescimento, produção precoce, altas produções de frutos de regular qualidade e principalmente por ser resistente ao déficit hídrico. A produção de mudas cítricas em viveiros exige um alto consumo que gira em torno de 100 mil m³ ano, para o preenchimento de tubetes, citropotes e sacolas, tornando este insumo um dos principais agentes de aumento no custo de produção. Nesse contexto, vêm se intensificando pesquisas que comprovem a eficácia de uma possível alternativa de substituição dos substratos comerciais com resíduos industriais. O experimento foi instalado com o objetivo de avaliar o crescimento, a fisiologia e a nutrição de mudas de limoeiro 'Cravo' cultivadas em substrato enriquecido com diferentes porcentagens de lodo de curtume. As diferentes composições de substrato foram compostas da seguinte forma: a testemunha (T1) foi composta por 79,5% de terra de barranco, 19,5% de esterco bovino curtido, 0,55% de superfosfato simples, 0,15% de cloreto de potássio e 0,2% de calcário dolomítico. E os tratamentos com diferentes concentrações de lodo de curtume

foram : (T2) 0,5% lodo de curtume + 99,5% da mistura, (T3) 1% lodo de curtume + 99% da mistura, (T4) 3% lodo de curtume + 97% da mistura, (T5) 5% lodo de curtume + 95% da mistura, (T6) 10% lodo de curtume + 90% da mistura, (T7) 30% lodo de curtume + 70% da mistura e (T8) 50% lodo de curtume + 50% da mistura. Os valores obtidos para as características avaliadas foram submetidos a análises de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey e as variáveis que se ajustaram foram submetidas à análise de regressão em 5% de probabilidade de erro. As maiores concentrações de lodo de curtume não proporcionaram diferença significativa para as variáveis biométricas da parte aérea e sistema radicular, entretanto o teor de nitrogênio, boro e cromo nas mudas de limoeiro 'Cravo' se apresentaram superiores quando submetidos às maiores concentrações de lodo no substrato. Além do aumento no teor dos nutrientes fósforo, magnésio, enxofre, boro e cálcio no substrato quando submetidos às maiores doses de lodo de curtume.

ABSTRACT

TUDEIA, Tacisio Nunes; M. Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2016. Tannery Sludge Alternatively the rootstock seedlings production Rangpur lime. Advisor: D. Sc. Silvio de Jesus Freitas.

The Rangpur lime (*Citrus limonia*) is a rootstock citrus whose strength is its main feature. Its spread was due to its reproductive power, fast growth, early yield, high regular quality fruit production and mainly because it is resistant to drought. The estimate of substrate consumption in citrus production is around 100,000 m³ year, for filling tubes, citropotes and bags, making this one of the main expenditure enhancing agents in the production cost. In this context it has intensified research to prove the effectiveness of a possible alternative replacement of commercial substrates with industrial waste. The experiment was conducted with the objective of proposing the evaluation of growth, physiology and nutrition of lemon seedlings Rangpur lime (*Citrus limonia* Osbeck) grown in enriched substrate with different sludge tannery percentages. The different substrate compositions were composed as follows: The control (mixture) comprised 79.5% of steep bank, 19.5% of cattle manure, 0.55% of Super Phosphate Simple, 0.15% of potassium chloride and 0.2% of dolomitic limestone. And the treatments with different sludge tannery concentrations were: (T2) 0.5% sludge tannery + 99.5% of the mixture, (T3) 1% Sludge tannery + 99% of the mixture, (T4) 3% Sludge tannery + 97% of the mixture (T5) 5% sludge tannery + 95% of the mixture (T6) 10% sludge tannery + 90% of the mixture (T7) 30% sludge tannery + 70% of the mixture and (T8) 50% sludge tannery + 50% mixture. The values obtained for the evaluated parameters

were subjected to analyzes of variance. Averages were compared by Tukey test and the variables that set were subjected to regression analysis, to 5% error probability. The largest sludge tannery concentrations provided no significant difference for the biometric variables of shoot and roots, though the content of nitrogen, boron and chromium in the seedlings of Rangpur lime ' when submitted the highest sludge concentration in the substrate. Besides the increase in content of P, Mg, S, B and Ca substrate when higher doses of sludge subjected.

1. INTRODUÇÃO

As plantas cítricas são frutíferas de expressiva importância econômica e social para o Brasil, principalmente por gerar emprego e pela elevada demanda por parte dos consumidores, uma vez que seus frutos podem ser consumidos *in natura* e/ou processados. O Brasil é o principal produtor mundial de laranja e a estimativa de produção total na safra 2015/16 é de 278,9 milhões de caixas de laranja de 40,8 kg, sendo responsável por cerca de 57,5% da produção do suco de laranja e por 80,2% das exportações de suco produzido no mundo (USDA, 2015).

A escolha do porta-enxerto é um dos fatores primordiais na citricultura, por ser fundamental na fixação das plantas quando adultas, podendo influenciar nos aspectos hortícolas e patológicos da copa da planta e de seus frutos, tendo grande reflexo na sustentação e absorção de água e sais minerais que estão diretamente relacionados ao sistema radicular (Castle et al., 1992).

O limoeiro 'Cravo' exerce ampla adaptação nas distintas condições edafoclimáticas das regiões produtoras de citrus como porta-enxerto (Soares et al., 2008). Possível híbrido natural entre limoeiro verdadeiro [*C. limon* (L.) Burm. f.] e tangerineira (*C. reticulata sensu* Swingle), o limoeiro 'Cravo' possui diversas características que o qualificam como o porta-enxerto mais utilizado, dentre as quais se destacam: tolerância à tristeza dos citros e ao déficit hídrico, facilidade de obtenção de sementes, compatibilidade adequada com as variedades copas,

além de indução de crescimento, produção precoce e alta produtividade de frutos às copas nele enxertadas (Pompeu, 2005).

Os citros podem ser propagados de modo seminífero, alporquia, estaquia e enxertia, sendo este último o mais utilizado por apresentar vantagens, entre as quais se pode citar a uniformidade das mudas, precocidade de produção e aumento na produtividade (Andrade e Martins, 2003).

O processo tradicional de produção de mudas cítricas é realizado em sementeiras de solo ao ar livre e posteriormente repicado para viveiro de campo, sistemas de produção mais modernos conduzem as mudas em recipientes preenchidos com substratos específicos e em ambiente protegido (Oliveira, 2005).

Os materiais ou misturas que compõem o substrato e substituem o solo na fase de produção das mudas, devem proporcionar sustentação e possibilitar o fornecimento adequado de aeração e retenção de água, assim como suprimento das necessidades nutricionais. As propriedades físicas, químicas e biológicas dos substratos devem ser conhecidas, visto que estas influenciam diretamente o pegamento e o desenvolvimento das mudas (Zorzeto, 2011).

Existem diversas combinações de substratos no mercado brasileiro que são constituídos de diferentes materiais, bem como, perlita, vermiculita, argila expansiva, resíduos urbanos e industriais e entre outros, tendo grande variação quanto às suas características físicas e químicas. Essas variáveis resultam na complexidade de se recomendar um manejo adequado de adubação para a produção de mudas em quantidade e em qualidade (Fernandez et al., 2006).

A maioria dos substratos comerciais requer a suplementação com fertilizantes minerais para a otimização do desenvolvimento das plantas (Oliveira et al., 2001), sendo este um dos aspectos determinantes do êxito do sistema de produção de mudas em ambiente protegido, principalmente na fase de sementeira, uma vez que o volume de substrato disponível para o desenvolvimento das raízes é bastante limitado e a perda de nutrientes é acentuada (Joaquim, 1997; Perin et al., 1999).

Segundo Schmitz et al. (2002), a utilização de materiais orgânicos com grande potencial físico-químico na produção de substratos para plantas vem sendo utilizado com sucesso. As indústrias de couro geram grande quantidade de resíduos potencialmente poluentes, principalmente pela presença elevada do

chromo e do sódio e muitas vezes, o descarte deste material é inadequado sendo lançados diretamente nos corpos d'água e lixões (aterros sanitários) após desidratação.

Berilli et al. (2014) avaliaram a influência de diferentes concentrações de lodo de curtume desidratado para a produção de mudas de café conilon em comparação com a adubação convencional e verificaram que os tratamentos com as concentrações a 20 e 30% de lodo de curtume desidratado no substrato não apresentaram diferenças significativas para a maioria das características avaliadas em relação ao tratamento com adubação convencional, demonstrando assim seu potencial de uso no substrato de mudas.

O uso racional do lodo de curtume pode ser uma alternativa na produção de mudas cítricas, por possuir potencial nutricional para substrato, possibilitando a transformação de um subproduto indesejado em um produto de interesse agrícola, por apresentar baixos custos para viveiristas, uma vez que o substrato é um grande responsável no aumento de custo de produção, além de dar um destino ambientalmente seguro para o resíduo.

2. OBJETIVOS

Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento, a fisiologia e a nutrição de mudas de limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) cultivadas em substrato enriquecido com diferentes porcentagens de lodo de curtume.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Origem e distribuição geográfica dos citros

As plantas cítricas são classificadas botanicamente como pertencentes à família Rutaceae, sendo descritas dezenas de espécies para essa família. As plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins são originários principalmente, das regiões subtropicais e tropicais do sul e sudeste da Ásia, incluindo áreas da Austrália e da África. Essas plantas foram levadas para a Europa na época das Cruzadas e chegaram ao Brasil, trazidas pelos portugueses, no século XVI. O cultivo dos citros remonta há mais de dois mil anos antes de Cristo, conforme demonstram escritos encontrados na China (Swingle, 1943).

A introdução dos citros no território brasileiro foi feita pelos portugueses, no começo do século XVI, talvez a partir de 1530, quando teve início a colonização (Oliveira et al., 2005).

As características climáticas do Brasil exercem influência sobre a adaptação e expansão dos citros no País, visto que a temperatura favorável possui efeito acentuado sobre a qualidade do fruto, sendo um fator determinante na distribuição geográfica das plantas cítricas. É notável que as condições climáticas do Brasil possibilitem ao País desenvolver a citricultura, dos arredores do Equador até as proximidades do paralelo 20º Latitude Sul, onde predominam temperaturas mais altas, e uma citricultura menos tropical, na região que se estende da referida latitude até o Rio Grande do Sul (Azevêdo, 2007).

As plantas do gênero *Citrus* desenvolvem sob condições climáticas bastante variadas, os índices climáticos ligados à temperatura definem o ciclo, segundo os graus-dia. A temperatura base, abaixo da qual os citros paralisam o crescimento é de 12,8°C, o crescimento das plantas também não ocorre em temperaturas superiores a 37°C, e a temperatura ideal varia de 21°C a 32°C, (Erickson, 1968).

A geada é um fator climático limitante na produção de plantas cítricas, sendo o mais importante fator de risco para regiões onde ocorre grande variabilidade climática (Cunha, 2003).

O verão longo e quente de algumas regiões permite o crescimento e a maturação necessária para o fruto, em regiões com períodos longos de seca. A irrigação é necessária para manter o crescimento satisfatório da árvore e desenvolvimento do fruto (Spiegel-Roy e Goldschmidt, 1996).

Calheiros et al. (1992) relataram que em regiões sujeitas ao déficit hídrico, o emprego de irrigação pode garantir a produção e a qualidade, além de permitir o controle da época de colocação dos frutos no mercado.

3.2. Importância da citricultura no Brasil e no estado do Espírito Santo

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja e a maior parte da safra, destina-se à produção de suco, do qual o País, também é o maior produtor mundial. A citricultura é uma das mais destacadas na agroindústria brasileira, sendo responsável por 60% da produção mundial de suco de laranja e também campeão de exportações do produto (MAPA, 2016).

Em 2011, a produção da fruta foi de 19.811.064 toneladas em área cultivada de 818.685 ha. Dados apurados em 2014, no que se refere à produção de laranja, São Paulo é o maior produtor do Brasil, com 15.293.506 toneladas e o Rio de Janeiro o nono produtor nacional com 65.032 toneladas (IBGE, 2016).

As estatísticas indicam que entre as principais frutas produzidas, a laranja continua no topo do ranking, com safra que ultrapassa 17 milhões de toneladas; porém, com redução de 2,5% ante a produção de 2012, decréscimo causado

devido à crise da citricultura vivida no estado de São Paulo e à erradicação de plantações (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015).

A citricultura é uma das atividades agroindustriais que mais contribuem no crescimento do PIB do agronegócio brasileiro além de afetar positivamente aspectos secundários, haja vista movimentação de recursos, considerando a geração de empregos, a formação de capital de renda, a agregação de valor regional, a ativação do setor terciário e a interiorização do desenvolvimento, tendo expressivo impacto na economia e na balança comercial (Neves et al., 2001).

Apesar da citricultura brasileira passar por um momento de inovação tecnológica e aumento na produtividade, o estado do Espírito Santo encontra-se contrário à condição nacional atual, a produção presente no terreno capixaba é exclusiva para o mercado regional, bem como os frutos de mesa que após atingir o recorde de 5400 ha na década de 60 (Sales et al., 2012), apresentou um decréscimo da área cultivada, para 2.863 ha e 49.970 toneladas de produção de citros, com destaque para a laranja, o limão e a tangerina (IBGE, 2014).

O Espírito Santo possui cerca de oito mil propriedades envolvidas com a citricultura, principalmente a laranja (IBGE, 2014). Por ser um estado forte na produção de café conilon os produtores demonstram pouco interesse no que diz respeito à implantação de lavouras cítricas tecnificadas, no entanto, o governo estadual incentiva à diversificação da produção com subsídios no fornecimento de mudas, onde a laranjeira e a tangerineira estão entre as culturas englobadas pelo projeto, juntamente com a seringueira, a pimenta do reino, o palmito, a goiabeira, a olericultura, a produção animal, a silvicultura e o pescado (Pedeag, 2007).

Na atual conjuntura capixaba da produção cítrica, o município de Jerônimo Monteiro - ES destaca-se no pioneirismo do cultivo de laranjas, seguido pelo município de Alegre - ES, as áreas plantadas e estimadas de laranja no município de Jerônimo Monteiro e de Alegre são de 70 e 10 ha, respectivamente, sendo praticada por 130 agricultores aproximadamente, na diversificação com a cultura do café e com a pecuária leiteira (Pedeag, 2007).

Em contrapartida Silva et al. (2012) reportaram, em um mapeamento digital a partir de ortofotos da região na resolução de 1 x 1 m, uma área de 187,87 ha ocupada com citros só no município de Jerônimo Monteiro.

Atualmente, existe um objetivo claro do governo estadual em reimplantar a citricultura no Espírito Santo, onde a meta do novo Plano Estratégico para o Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (2007-2025) é de produzir 54 mil toneladas em 2700 ha (Pedeag, 2007).

3.3. Histórico de doenças e uso de porta-enxertos de citros no Brasil

A disseminação do vírus da tristeza dos citros (CTV) resultou de borbulhas infectadas e por afídeos. O CTV foi responsável por eliminar todas as plantas enxertadas em laranjeira 'Azeda' e 'Lima da Pérsia', que por sua vez são intolerantes ao vírus e eram os principais porta-enxertos usados na década de 30 em São Paulo, que em 12 anos dizimou cerca de sete milhões de árvores (Bordignon et al, 2003, p. 59-80).

O alastramento da doença era fulminante, logo atingindo todas as demais zonas citrícolas do País, sendo designada de tristeza devido ao declínio rápido da planta afetada (Bordignon et al, 2003, p. 59-80).

Somente as árvores de pé franco ou enxertadas em laranjeira 'Caipira' e em limoeiro 'Cravo' permaneceram vivas e juntas elas não alcançavam 20% das plantações (Pompeu Jr., 2005; Donadio et al., 2005).

Por meio da expansão da CTV na citricultura houve modificações técnicas e agrônômicas na produção e no transporte de plantas cítricas além de intervenção governamental fundamentada em conhecimentos gerados pelas pesquisas na área de Virologia, Entomologia, Fitotecnia e Genética. Tais conhecimentos permitiram que o Brasil se tornasse o maior produtor e exportador mundial de suco concentrado congelado de laranja (Bordignon, 2003).

Após a erradicação de 75% dos pomares brasileiros, as laranjeiras doces eram enxertadas em laranja azeda (susceptível ao Vírus CTV) (Bordignon et al, 2003, p. 59-80). O limoeiro 'Cravo' passou a ser o principal porta-enxerto (Sempionato et al., 1997) dada as suas características de vigor, produtividade, tolerância ao CTV, compatibilidade com diferentes copas cítricas e resistência à seca (Modesto, 1996), assim, o limoeiro 'Cravo' passou a ser praticamente o

único porta-enxerto da citricultura paulista, apesar de ser suscetível à gomose de *Phytophthora* e ao declínio (Sempionato et al., 1997; Pompeu Jr., 2005).

Mesmo havendo aceitação do limoeiro 'Cravo' por parte dos viveiristas e citricultores, foi necessária a diversificação de porta-enxertos, visto que esse porta-enxerto se mostrou suscetível à exocorte e à xiloporose, (Moreira, 2004).

Trabalhos realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) desde 1933 e pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) desde 1925, revelaram que plantas enxertadas em tangerineira 'Cleópatra' (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka), tangerineira 'Sunki' (*Citrus sunki* Hort. ex Tanaka), laranjeira 'Caipira' (*Citrus sinensis*), limoeiro 'Rugoso' (*Citrus jambhiri* Lush) e *Poncirus trifoliata* obtiveram resultados semelhantes ao limoeiro 'Cravo'. Tais porta-enxertos foram utilizados na reconstrução da citricultura (Sempionato et al., 1997; Pompeu Jr., 2005).

No entanto, muitos estudos têm sido conduzidos para determinar as causas do declínio, sem que haja um consenso entre os pesquisadores, quanto à origem biótica ou abiótica da doença (Boman et al., 2005).

Foi detectada em 1999 no sudoeste de Minas Gerais e no norte de São Paulo uma nova doença afetando laranjeiras doces enxertadas em limoeiro 'Cravo' e foi denominada Morte Súbita do Citros, entretanto plantas enxertadas sobre tangerineira 'Cleópatra', citrumeleiro 'Swingle' e *Poncirus trifoliata* não mostraram sintomas. Essa doença causou uma aceleração na diversificação dos porta-enxertos utilizados na citricultura (Pompeu Jr., 2005).

3.4. Limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck)

O limoeiro 'Cravo' é considerado um híbrido formado naturalmente pelo cruzamento do limoeiro (*Citrus limonia*) e a tangerineira (*Citrus reticulata*), que teve sua origem na região Sul da China (Swingle, 1943). Tanaka classificou-o como uma espécie (*Citrus limonia*) (Pompeu, 2005).

Os frutos desta espécie possuem, em média, 12 sementes e amadurecem de março a maio (Teófilo sobrinho et al, 1985).

Plantas enxertadas com limoeiro 'Cravo' são tolerante ao vírus da tristeza (Grant et al., 1961), mas desenvolvem caneluras quando infectadas por raças mais severas do vírus, como a variante Capão Bonito (Calzavara et al, 2007). É suscetível aos viroides da xiloporose e exocorte (Moreira, 1956), ao declínio dos citros (Beretta et al., 1986) e à MSC (Bassanezi et al., 2002).

Mesmo o limoeiro 'Cravo' sendo considerado uma combinação ideal de copa-enxerto para produção de mudas de limão 'Tahiti', o mesmo é suscetível à gomose, causada por *Phytophthora citrophthora* e *Phytophthora parasítica* reduzindo a longevidade das plantas (Salibe e Moreira, 1984).

Pompeu (2005) afirma que a ampla difusão do limoeiro 'Cravo' se deu pelo poder reprodutivo, vigor, bom pegamento das mudas, rápido crescimento das plantas, além de induzir plantas com porte médio, produção precoce e altas produções de frutos de regular qualidade.

Figueiredo et al. (2002) concluíram que as médias do limoeiro 'Cravo' para tolerância à seca foram superiores a Citrumeleiro 'Swingle', Tangerina 'Cleópatra', Citrange 'Morton', Trifoliata 'EEL', Laranja 'Caipira, Tangerina 'Batangas', Tangerina 'Oneco' e Tangelo 'Orlando', resultados que corroboram com Carlos et al. (1997), que verificaram que no planalto paulista após períodos de estiagens, o limoeiro 'Cravo' apresentou desempenho satisfatório ao stress hídrico. Sendo a resistência à seca o maior responsável pelo desempenho favorável deste porta-enxerto (Ferrarezi, 2006).

3.5. Substrato na produção de mudas cítricas

Por definição, substrato é todo meio que serve de sustentação para desenvolvimento das raízes das mudas de espécies ornamentais, olerícolas, frutíferas e silvícolas (Grolli, 1991). O termo substrato aplica-se a todo material sólido, podendo ser natural, sintético, residual, mineral ou orgânico (Abad et al., 1998).

A abundância de materiais na formação de substratos resulta em misturas com diferentes características que são capazes de influenciar o aspecto nutricional do material e conseqüentemente o manejo e recomendação de

adubação. O substrato deve apresentar teor adequado de nutrientes, composição física e química uniforme, elevada capacidade de troca catiônica, boa capacidade de retenção de água, aeração, drenagem e boa coesão entre as partículas (Abreu et al., 2002; Toledo, 1992).

Segundo Blom (1983), é de grande relevância na escolha do substrato a densidade e o custo de aquisição. Zorzeto (2011) afirma que a escolha do substrato deve estar associada à caracterização físico-química para facilitar a padronização dos insumos.

A maioria dos substratos comerciais requer suplementação com fertilizantes minerais para a otimização do desenvolvimento das plantas (Oliveira et al., 2001), sendo um dos aspectos determinantes do êxito do sistema de produção de mudas em ambiente protegido principalmente na fase de sementeira, uma vez que o volume de substrato disponível para o desenvolvimento das raízes é bastante limitado e a perda de nutrientes é acentuada (Joaquim, 1997; Perin et al., 1999).

A principal função de um bom substrato é proporcionar uma planta de alta qualidade em menor tempo e a baixo custo (Abreu et al., 2002). Para Noguera (2000), a escolha do substrato poderá variar dependendo de alguns fatores, tal como o tipo de material, espécie cultivada, condições climáticas, tamanho e forma do recipiente, programas de irrigação, fertirrigação e aspectos econômicos.

De acordo com Kämpf (2004), a estimativa de consumo de substrato na citricultura gira em torno de 100 mil m³/ano, para o preenchimento de tubetes, citropotes e sacolas.

De acordo com Coetzee citado por Roux et al. (1998), os citros reagem favoravelmente em meios com porosidade de ar entre 12 e 20 %, entretanto Roux et al. (1998) afirmam que substrato com drenagem deficiente favorece a infecção por *Phytophthora* e *Fusarium* nas raízes.

Segundo Donadio (1986), quando usado materiais ricos em matéria orgânica não se deve descuidar de doenças fúngicas.

Cabrera (2004) concluiu que as melhores médias para desenvolvimento de raiz, diâmetro do caule a 5cm do coleto e matéria seca na variedade 'Natal' foram obtidas com o tratamento a base de vermicomposto (100%), seguido de vermicomposto (50%), Toledo (1992) obteve resultados semelhantes com a

mistura de 30% de solo, 40% de areia e 30% de vermicomposto para altura da planta e diâmetro do caule.

Segundo Mattos Júnior et al. (2005), quando se utilizam substratos com teores de boro superiores a 5 mg dm^{-3} , proporcionam teores foliares superiores a 280 mg kg^{-1} , com sintomas de toxicidade em citros.

3.6. Utilização do lodo de curtume na produção de mudas

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo IBGE (2014), fato que está diretamente relacionado ao beneficiamento do couro, etapa que gera grande quantidade de resíduo que muitas vezes não é tratada antes da eliminação no ambiente, sendo de grande importância ambiental e econômica a utilização deste resíduo em áreas afins. No que tange ao uso agrícola do lodo de curtume, pode ser uma alternativa na melhoria da fertilidade dos solos e nutrição das plantas, além de representar uma alternativa de aproveitamento do resíduo que é descartado no ambiente (Ferreira et al., 2003).

A adição de nutrientes pelo lodo, em especial nitrogênio (N) e cálcio (Ca), pode favorecer a fertilidade do solo, aumentando a oferta desses nutrientes (Possato, 2010).

Vários trabalhos comprovam a eficiência de resíduos de curtume como bons fertilizantes e corretivos da acidez dos solos. Neste sentido, Souza et al. (2006), relatam que houve aumento da condutividade elétrica e o pH do solo com a adição do lodo de curtume, sendo que a dose de $13,8 \text{ t ha}^{-1}$ de lodo foi suficiente para neutralizar a acidez do solo.

Vem se intensificando pesquisas que comprovem a eficácia para fins de adubação alternativa na agricultura e reutilização ecológica desses resíduos já foi testada em milho e soja (Araujo et al., 2008; Costa et al., 2001) e em recuperação de áreas de pastagens degradadas (Ferreira et al., 2003).

Segundo Nazario et al. (2013), a adição do lodo de curtume além de aumentar o pH do solo, reduziu os teores de alumínio trocável, esse efeito deve-se à presença de quantidade significativa de carbonatos, principalmente os de

cálcio e hidróxidos. A elevação do pH e neutralização do alumínio trocável do solo também foram observados.

Ferreira et al. (2003) afirmam que houve aumento no valor do pH de um argissolo vermelho distrófico típico que recebeu lodo de curtume, da mesma forma que este lodo propiciou rendimento de soja e milho semelhantes aos obtidos com adição de fertilizantes nitrogenados.

Em relação aos nutrientes, existe relação de disponibilidade em função da disponibilidade e faixa de PH. Quando ocorre a deficiência ou excesso do elemento ferro (Fe) que é essencial para as plantas, frequentemente, está associado a faixas de disponibilidade (Ferrarezi, 2006), ambientes com o pH elevado ou onde haja fortes interações com fósforo (P), podem induzir clorose por deficiência de Fe (Romheld, 2001).

Segundo Franczak et al. (2008), a dosagem de lodo de curtume a 3% adicionado ao substrato comercial (Plantmax[®]), apresentou melhor resultado para a produção de mudas de *Jacaranda cuspidifolia*, entretanto doses acima de 9% influenciaram negativamente o desenvolvimento das mudas, provocando aparentemente a diminuição da porosidade e capacidade de infiltração de água nos tubetes.

Na etapa de tratamento de efluentes são acumulados vários poluentes, na qual normalmente há acúmulo do lodo, sendo de grande importância ambiental que esse material seja tratado antes da sua eliminação ou reutilização. Para isso, é importante encontrar um meio de descartar esse resíduo sem riscos ao ambiente e à saúde do homem, se possível, ocorrendo a reciclagem dos elementos químicos que eles contêm. Uma das alternativas é a utilização do lodo em solos agrícolas como fertilizante, uma vez que apresenta alto teor de matéria orgânica, macro e micronutrientes (Araújo et al., 2008).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, Campus Itapina, localizado na zona rural do município de Colatina-ES, cujas coordenadas geográficas são: 19° 32' 22' de latitude Sul; 40° 37' 50' de longitude Oeste e altitude de 71m. O clima da região é Tropical Aw, segundo a classificação climática de Köppen. A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas.

4.2. Delineamento experimental

4.2.1. Primeira fase da semeadura até o transplântio

Essa fase foi conduzida com o intuito de obter mudas para a instalação do experimento. Os frutos de limoeiro 'Cravo' foram obtidos na zona rural do município de Ecoporanga-ES, e o processo de retirada da semente foi de forma manual com o auxílio de canivete e água corrente (Figura 1 A), sendo posteriormente secas em papel toalha sobre bancada (Figura 1B).

Foi realizada a remoção do tegumento externo (testa) das sementes, com auxílio de um bisturi, com intuito de acelerar a germinação posteriormente foram

submetidas ao tratamento químico com (captan) 4,0 gramas por quilo de sementes e armazenadas em geladeira até o momento da semeadura.



Figura 1. (A) retirada das sementes com auxílio de canivete, (B) secagem das sementes em papel toalha, (C) raleio das mudas com uma faca de serra.

Utilizou-se o substrato comercial de cultivo Basaplant ® Hortalças. A semeadura foi realizada em tubetes de polietileno com capacidade de 50 cm³, tornando a manipulação facilitada e permitindo a distribuição das plântulas em lotes homogêneos, além de proporcionarem uma melhor circulação de ar entre as plântulas (Figura 2A).

Foram semeadas duas sementes por recipiente, totalizando 3920 sementes distribuídas em 10 bandejas (Figura 2B).



Figura 2. Disposição das bandejas na fase de sementeira (A), Momento do semeio nos tubetes (B).

Os tubetes foram acondicionados em estufa protegida com telado antiafídeo, em canteiros ao nível do solo cercados com meio fio de concreto de 50

cm de altura. A irrigação foi realizada por meio do sistema de microaspersão automática acionada no intervalo de 10 minutos por um período de 10 segundos. Foi realizado o raleio das mudas aos 48 dias após a semeadura (Figura 1C).

4.2.2. Tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com oito tratamentos compostos por diferentes combinações de lodo de curtume (Tabela 1) e quatro repetições, cada unidade experimental foi composta por oito mudas, totalizando 256 mudas.

Tabela 1 Testemunha e substratos com diferentes porcentagens de lodo de curtume desidratado na produção de mudas do limoeiro ‘Cravo’.

Tratamentos	Composição
T1	Testemunha (*)
T2	0,5% Lodo de curtume + 99,5% da mistura
T3	1% Lodo de curtume + 99% da mistura
T4	3% Lodo de curtume + 97% da mistura
T5	5% Lodo de curtume + 95% da mistura
T6	10% Lodo de curtume + 90% da mistura
T7	30% Lodo de curtume + 70% da mistura
T8	50% Lodo de curtume + 50% a mistura

(*) testemunha (T1) composta por 79,5% de terra de barranco, 19,5% de esterco bovino curtido, 0,55% de superfosfato simples, 0,15% de cloreto de potássio e 0,2% de calcário dolomítico.

O lodo de curtume foi cedido pela empresa capixaba Couros LTDA ME, situada na Rua Projetada nº 30, distrito industrial, CEP: 29730-000, Baixo Guandu – ES e posteriormente enviada ao laboratório para análise (Tabela 2).

Tabela 2: Análise química do lodo de curtume desidratado na produção de mudas de limoeiro 'Cravo'.

pH	N	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	C	C.E	Fe	Cu	Zn	Mn
	-----%-----					ds m ⁻¹	-----mg dm ⁻¹ -----				
12,3	3,7	0,2	0,08	2,7	0,1	0,93	17,13	57	1	1	1

* Análises realizadas no laboratório de análises químicas de solo FUNDENOR, Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional. Campos dos Goytacazes-RJ.

4.2.3. Transplântio das mudas

O recipiente utilizado nesta fase foi sacola de polietileno com dimensões 20x10cm (altura x diâmetro), sendo acondicionadas em estufa protegida com telado antiafídeo, com canteiros ao nível do solo cercados com meio fio de concreto de 50 cm de altura (Figura 3 A).

O transplântio foi realizado 84 dias após a semeadura. Foram selecionadas plantas com padrão biométrico semelhante para o transplântio (apresentando entre 10 a 15 cm), objetivando a homogeneização da unidade experimental (Figura 3 B). As plantas foram transplantadas com o torrão para evitar lesões no sistema radicular.

A irrigação foi realizada por meio do sistema de microaspersão automática acionada no intervalo de 10 minutos por um período de 10 segundos (Figura 3).

Realizou-se a aplicação do inseticida com o princípio ativo (Imidacloprido - 20% m/v) registrado para a cultura dos citros ao longo da condução do experimento para o controle de pulgão e cochonilha, de acordo com o nível de dano.



Figura 3. Sacolas de polietileno com substrato antes (A) e após o transplântio (B).

4.2.4. Avaliações

O acompanhamento do crescimento vegetativo foi realizado por meio das avaliações biométricas de quatro mudas de cada unidade experimental: o diâmetro na inserção do enxerto (DE) – foi aferido a 10 cm de altura do colo por meio de paquímetro digital, a altura da planta (AP), - foi determinada a partir do solo com o auxílio de régua graduada, já a área foliar (AF) foi aferida com auxílio de um medidor de área foliar de bancada modelo LI-3100 LICOR, a intensidade de cor verde (ICV) foi obtida pelo clorofilômetro Minolta, modelo SPAD-502 (Soil and Plant Analysis Development) na terceira folha da base para o ápice e o número de folhas (NF) – foi contabilizado por contagem manual.

As análises químicas dos diferentes substratos utilizados nos tratamentos foram realizadas a partir de amostragens que foram enviadas ao laboratório de solos de Manhuaçu - MG (Labominas).

As quatro mudas retiradas de cada unidade experimental tiveram suas raízes retiradas do tubete e lavadas, em seguida a parte aérea foi separada do sistema radicular. As raízes foram avaliadas quanto ao comprimento total, diâmetro e volume (determinado após digitalização das raízes e posterior análise das imagens no programa WinRHIZO).

Posteriormente, a parte aérea e o sistema radicular foram acondicionados em saco de papel e colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar regulada a 70°C por 72 horas, em seguida, com o auxílio de uma balança de precisão foi determinado a massa seca da parte aérea (MSA) e massa seca do sistema radicular (MSR) das mudas de limoeiro 'Cravo'.

Em seguida as mudas foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 *mesh* e armazenadas em frascos hermeticamente fechados, para posterior quantificação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), cobre (Cu), Cobalto (Co) e cromo (Cr), no setor de Nutrição Mineral de Plantas do Laboratório de Fitotecnia da UENF.

Para a determinação dos teores de nitrogênio, o material vegetal foi submetido à digestão sulfúrica, no qual foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965). Os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, ferro, zinco, manganês, cobre, cobalto, e cromo foram determinados usando plasma (ICPE-9000) da marca Shimadzu[®], após digestão com HNO₃ e H₂O₂, em sistema de digestão aberta (Peters, 2005).

4.3. Análise estatística

Os valores obtidos para as características avaliadas foram submetidos a análises de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey e as variáveis que se ajustaram foram submetidas à análise de regressão, em 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística (SANEST), desenvolvido pelo CIAGRI/USP.

4.4. Características químicas dos substratos

De acordo com a tabela 3 verifica-se que os maiores valores de pH foram encontrados nos substratos com maiores percentuais de lodo, na qual o valor desta variável nas mudas do T8 (50% lodo de curtume desidratado + 50% da testemunha) foi 21,6% superior ao valor encontrado nas mudas do tratamento que não recebeu o lodo, ou seja, houve incremento no valores de pH de pouco mais de 1,0 unidade passando de 6,0 (testemunha) para 7,3 .

Esses resultados corroboram com os encontrados por Konrad e Castilhos (2002), onde verificaram que o tratamento com lodo de curtume (caleiro) mostrou uma lenta correção da acidez, evidenciada com os valores de pH de até 1,0 unidade menor em relação ao tratamento NPK + calcário. Os mesmos autores descreveram que a baixa eficiência corretiva do lodo do caleiro é provavelmente explicada pela baixa solubilidade dos carbonatos e hidróxidos de cálcio e magnésio presentes nesse resíduo.

Os valores de pH do solo variaram na maioria das vezes, em uma faixa entre 3 e 10. Este fator possui grande importância nas reações presentes no solo, podendo afetar a disponibilidade dos nutrientes às plantas. Sabe-se que a maior disponibilidade de nutrientes ocorre na faixa de pH entre 6 e 7 (Furtini Neto et al., 2001).

As maiores porcentagens de matéria orgânica (MO) foram verificadas nos substratos que receberam as maiores doses do lodo de curtume. Houve incremento de 16,6% no conteúdo de MO no substrato que recebeu a maior dose do lodo, comparado ao conteúdo de MO da testemunha (Tabela 3).

Teixeira et al. (2006) avaliaram o efeito do lodo de curtume sobre a fertilidade do solo, a nodulação e o rendimento de matéria seca do caupi, e verificaram que houve aumentos significativos de 1,80 a 3,35 vezes, nos teores de matéria orgânica do solo (MOS) com a adição das maiores doses do lodo (23.250 e 46.500 kg ha⁻¹), comparado ao conteúdo de MOS antes da instalação do experimento. Segundo os mesmos autores o aporte de matéria orgânica proporcionado pela adição do lodo de curtume é de extrema importância para a região semiárida nordestina que naturalmente apresenta baixos teores de MOS.

A matéria orgânica pode definir características do solo, modulando as condições químicas, físicas e biológicas, que por final, influenciam a infiltração, retenção de água, estruturação e susceptibilidade do solo à erosão, atua também sobre outros atributos, tais como: capacidade de troca de cátions, ciclagem de nutrientes, complexação de elementos tóxicos do solo e estimulação da biota do solo (Unger et al., 1991; Conceição et al., 2005).

Verifica-se que para o fósforo houve um acréscimo de 23,6% na amostra contendo 50% de lodo de curtume (T8) em relação ao substrato que não recebeu o resíduo. Estes resultados podem estar relacionados ao pH do substrato, segundo Cornell e Schwertmann (2003) a adsorção de P deve ser máxima em baixos valores de pH. Verifica-se na Tabela 3 que a testemunha apresentava menor pH (6,0) do que o tratamento com a maior dose de lodo (7,3) e apresentaram, respectivamente, 71,2 e 88,0 mg dm⁻³ de fósforo.

Estes resultados corroboram com Sato e Comerford (2005), que avaliaram a influência do pH do solo na adsorção e dessorção de P em um solo do tipo Ultisol úmido brasileiro e constataram que a adsorção de P diminuiu até 21% e 34% com o aumento do pH de 4,7 para 5,9 e 7,0, respectivamente.

Houve aumento expressivo para os macronutrientes Mg e Ca, além do micronutriente B, maiores valores foram obtidos no substratos com maior concentração de lodo de curtume (T8), onde foi incrementado, respectivamente 238, 305 e 500%, quando comparado com o substrato que não recebeu o lodo.

Nos tratamentos que receberam o lodo de curtume nas doses de 30 e 50% apresentaram, respectivamente, valores de pH 7,2 e 7,3, sendo verificado decréscimo nos valores dos micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco quando comparados com o substrato sem adição de lodo que apresentou valor de pH 6,0.

De acordo com Freitas et al. (2012), o pH do solo influencia na solubilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, na disponibilidade dos mesmos para as plantas. Em pH igual a 7,0, todos os macronutrientes estão disponíveis para as plantas, porém o zinco, o cobre, o manganês e o ferro são insolúveis em pH alto.

Esses dados corroboram com os obtidos por Borges e Coutinho (2004), que relataram que o aumento do pH diminui a presença dos micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco na solução do solo.

Tabela 3. Caracterização química dos tratamentos com diferentes percentuais de lodo de curtume. Colatina-ES, 2016.

DETERMINAÇÕES		TRATAMENTOS							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
M.O	dag/dm ³	3	2,6	1,8	2	2,3	3,2	3,1	3,5
pH	Unid	6	6,5	6,6	6,6	6,7	6,9	7,2	7,3
P	mg/dm ³	71,2	60,4	58,5	68,3	72,5	74,0	70	88
K	mg/dm ³	592	311	232	327	360	602	540	535
Ca	cmolc/dm ³	3,90	3,30	3,7	5,3	5,2	8,2	13,7	15,8
Mg	cmolc/dm ³	1,30	1,60	1,4	1,5	1,4	1,9	2,4	4,4
H+Al	cmolc/dm ³	3,50	1,30	1,5	1,3	1,20	0,50	0,00	0,00
S.B.	cmolc/dm ³	6,76	5,73	5,72	7,6	7,57	11,73	17,6	21,76
C.T. C	cmolc/dm ³	10,26	7,03	7,22	8,9	8,77	12,23	12,6	16,81
V%	%	66,0	82,0	79	85	86	96	139	129
Na	mg/dm ³	15,0	7,00	6	9	11	20	33	44
S	mg/dm ³	57,0	59,0	56	46	57	58	56	59
B	mg/dm ³	0,50	0,50	0,6	0,9	1,2	1,7	2,2	3
Zn	mg/dm ³	1,10	0,70	0,5	0,8	1,00	1,70	0,8	0,2
Mn	mg/dm ³	15,9	11,4	10,4	11,4	12,6	12,9	10,6	8,6
Cu	mg/dm ³	0,50	0,30	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1
Fe	mg/dm ³	29,0	32,0	32	32	32	43	17	9

*Análises realizadas no laboratório de análises químicas foliares e de solo LABOMINAS. Manhuaçu – MG.

Segundo Martines (2005), solos tratados com lodo de curtume podem obter características salinas, sódica ou até mesmo salino-sódicas, em decorrência da concentração de sais ou da dose aplicada.

O teor de Na disponível no substrato aumentou à medida que se elevou o percentual de lodo de curtume. No tratamento com 50% do resíduo houve o incremento de cerca de 193% em relação à testemunha, dados que corroboram com Martines (2005), que observou aumento na condutividade elétrica (CE) com o incremento das doses do lodo de curtume em três solos com texturas diferentes e cultivados com soja.

Teixeira et al. (2006) estudando a nodulação de feijão caupi cultivado em solos submetidos à aplicação de 0 a 46,5 mg ha⁻¹ do lodo de curtume observaram redução na nodulação em plantas submetidas à maior dose, atribuindo esse fator negativo ao incremento de Na trocável no solo.

O aumento linear dos teores das bases ao decorrer do incremento de lodo de curtume nos diferentes substratos refletiu na elevação da saturação por bases (V) e da CTC efetiva (t), enquanto H+Al diminuiu, sendo esse efeito esperado devido ao aumento do pH do solo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação nutricional da parte aérea

Os tratamentos utilizados não proporcionaram diferenças significativas para os teores de K, Ca, S, Cu e Fe nas mudas de limoeiro cravo, as médias gerais dos tratamentos para estes elementos foram, respectivamente 21,76 g.kg⁻¹, 0,46 g kg⁻¹, 2,0 g kg⁻¹, 4,43 mg kg⁻¹ e 424,95 mg kg⁻¹.

Os tratamentos com maiores concentrações de lodo de curtume proporcionaram um decréscimo nas médias do teor de magnésio da parte aérea das mudas de limoeiro 'Cravo' (figura 4). Verifica-se que os teores de Mg tiveram variação de 2,29 a 1,79 mg.kg⁻¹, referentes às menores doses e às maiores doses, respectivamente, enquanto que Malavolta et al. (1997) descrevem que a faixa ideal deste elemento nas plantas de citros é de 2,6 a 6,0 mg kg⁻¹. Desta forma nenhum dos tratamentos utilizados proporcionou quantidades adequadas de Mg nas mudas do limoeiro cravo.

Kray (2001) ao avaliar os efeitos da aplicação e da reaplicação de resíduos carboníferos e de lodo de curtume no solo e nas plantas, concluiu que não houve diferença estatística para o teor de Mg da parte aérea do milho e trigo quando submetido ao tratamento a base de lodo de curtume.

O magnésio é integrante da molécula da clorofila e por isso está diretamente ligado ao metabolismo energético das plantas, sua carência provoca clorose entre as nervuras, espalhando-se das margens para o centro das folhas, causando encurtamento de entrenós, redução do crescimento vegetal, inibição da floração, morte prematura das folhas e degeneração dos frutos. Inicialmente, os sintomas acentuam-se nas zonas mais velhas das plantas (Cakmak e Yazici, 2010).

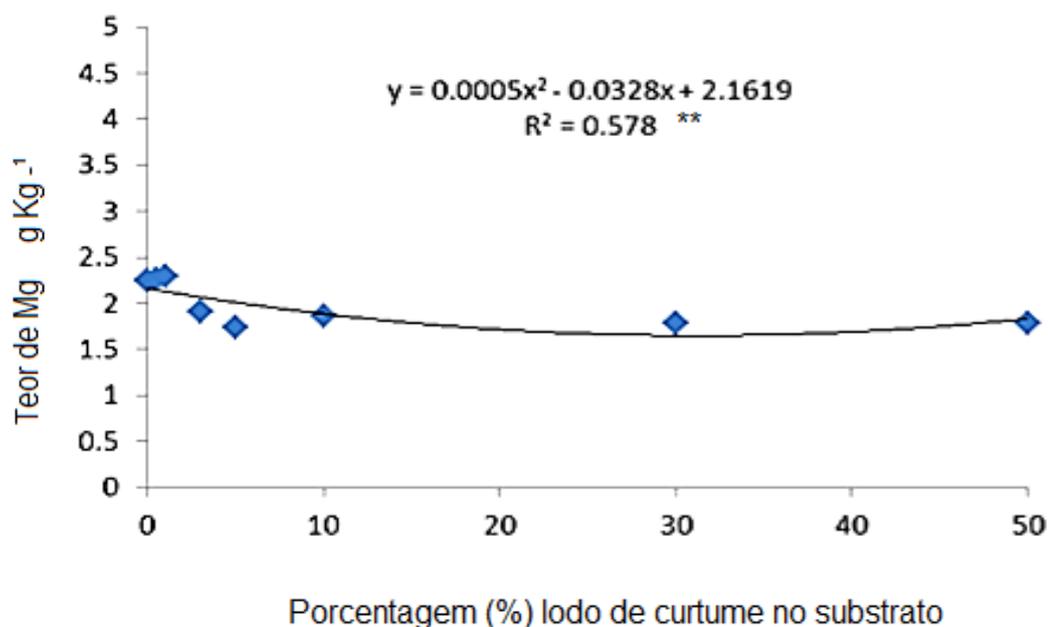


Figura 4. Teor de magnésio das mudas de limoeiro ‘Cravo’, submetidas a tratamentos com diferentes percentuais de lodo de curtume, aos 45 dias após o transplantio.

De acordo com a (figura 5), houve um incremento no teor de nitrogênio nas mudas de limoeiro ‘Cravo’ com o aumento da concentração de lodo de curtume no substrato, onde a testemunha sem lodo de curtume apresentou 20,8 g kg⁻¹ e o T8 com 50% do resíduo apresentou 32,73 g kg⁻¹ de nitrogênio nas mudas do limoeiro ‘Cravo’. Segundo Malavolta et al. (1997), o teor de nitrogênio foliar adequado para a cultura de citros é de 22 a 27 g kg⁻¹. Desta forma, verificou que tanto o teor de nitrogênio das mudas da testemunha e do T8 ficaram fora da faixa adequada, sendo um abaixo e o outro acima, respectivamente, dos valores obtidos por Malavolta et al. (1997).

Fato importante, pois o nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento dos citros. A maior absorção deste nutriente pode estar atrelada ao aumento da M.O. do substrato com as maiores porcentagens de lodo de curtume, o que proporcionou maior oferta desse nutriente pela mineralização da matéria orgânica do lodo de curtume.

Tal resultado não corrobora com Prado e Cunha (2015), onde quanto maior a dose de lodo de curtume aplicada, menor foi a quantidade de nitrogênio absorvida pelo feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*).

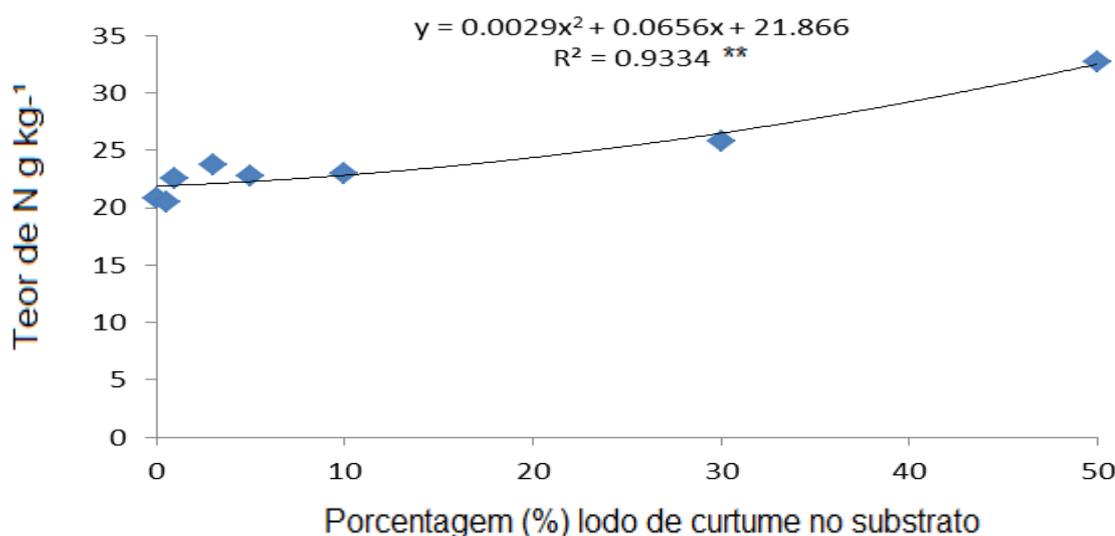


Figura 5. Teor de nitrogênio na massa seca das mudas de limoeiro ‘Cravo’, submetidas a tratamentos com diferentes percentuais de lodo de curtume, aos 45 dias após o transplântio.

O fósforo é um nutriente essencial para o desenvolvimento dos citros, de acordo com a (figura 6), verifica-se que ao aumentar a concentração de lodo de curtume no substrato, o teor de fósforo na parte aérea do limoeiro ‘Cravo’ diminuiu quando comparado com a testemunha. A maior concentração do lodo de curtume proporcionou em média 2,78 g kg⁻¹, já a testemunha apresentou em média 4,00 g kg⁻¹ de P na parte aérea das mudas de limoeiro ‘Cravo’.

A redução nos teores de P nas mudas de limoeiro cravo pode ser deduzida pela relação direta que este elemento tem com o teor de magnésio na muda, ou seja, os maiores teores de lodo proporcionaram menores teores de magnésio e isso influenciou no menor teor de P verificado nas mudas, visto que, segundo Malavolta (1979) a elevação na concentração de magnésio provoca aumento na absorção do elemento fósforo. Já Vitti et al. (2006) descreveram que o magnésio é um elemento carregador de fósforo, ou seja, ele contribui para a entrada do fósforo na planta, quando na presença de magnésio há aumento da absorção de fósforo na planta, devido ao papel de fosforização.

Outro motivo de baixa disponibilidade de P pode ser atribuído ao pH, pois, em meio alcalino o íon dominante passa a ser o difosfato, menos disponível. O

fósforo absorvido pelas plantas está na forma de ortofosfato, sendo mais disponível em meio ácido (Coelho e Cunha, 1973).

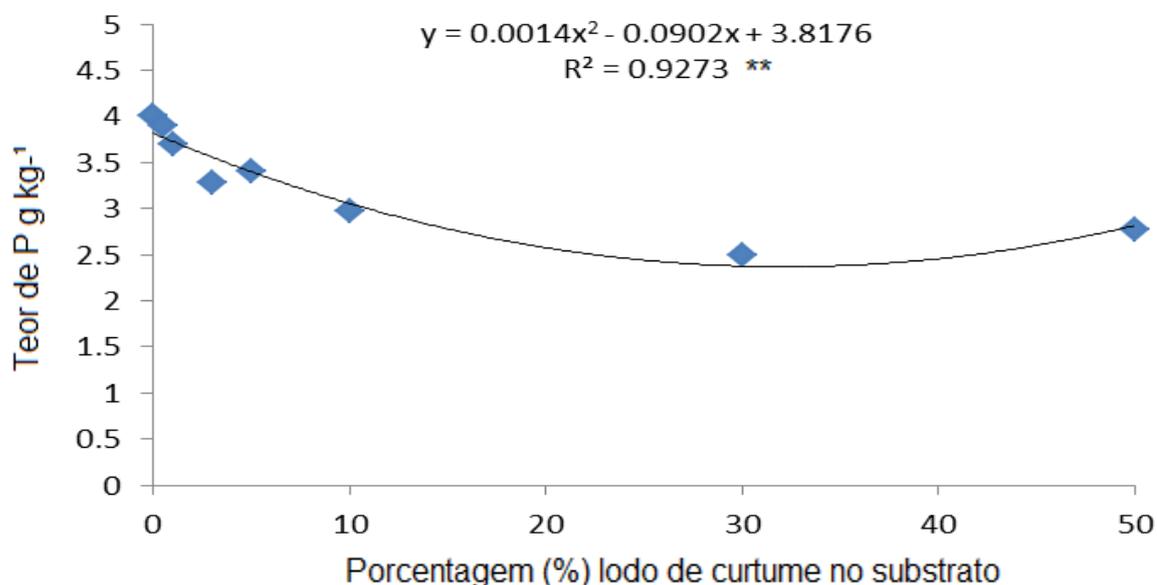


Figura 6. Teor de fósforo das mudas de limoeiro 'Cravo', submetidas a tratamentos com diferentes percentuais de lodo de curtume, aos 45 dias após o transplântio.

O substrato com maior percentual de lodo de curtume propiciou aumento linear no teor de B na parte aérea das mudas de limoeiro 'Cravo' (figura 7), o teor médio de boro que a testemunha proporcionou nas mudas foi de 38 mg kg^{-1} , já no tratamento com 50% de lodo o valor deste elemento teve um aumento expressivo atingindo 506 mg kg^{-1} . Estes resultados provavelmente estão relacionados à maior disponibilidade deste nutriente no substrato enriquecido com lodo, visto que houve aumento de 500% de boro no substrato com 50% de lodo em relação à testemunha.

No entanto, estes valores estão fora da faixa ideal estabelecida por Malavolta et al. (1997), que consideram como ideal 30 a 100 mg kg^{-1} do elemento nas folhas de citros. O boro está associado a processos fisiológicos da planta, como transporte de fotoassimilados, síntese da parede celular, lignificação, estrutura da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo de AIA, metabolismo fenólico e manutenção da membrana plasmática. (Cakmak et al., 1998).

Elevados teores destes nutrientes ($> 100 \text{ mg kg}^{-1}$) nos tecidos das plantas podem proporcionar toxidez às plantas de citros. Malavolta e Violante Netto (1989) citam como sintomas de toxidez de boro em citros o amarelecimento das folhas nas pontas e margens e entre as nervuras, refletindo aspecto de clorose malhada; desenvolvimento de pontuações ou pequenas áreas necróticas no limbo ou na margem; queda de folhas, e em casos severos, pode ocorrer a diminuição do tamanho das folhas.

Alguns destes sintomas foram verificados nas mudas cultivadas nos tratamentos com maiores doses de lodo de curtume com: queima das bordas das folhas e desenvolvimento de pontuações necróticas (figura 8).

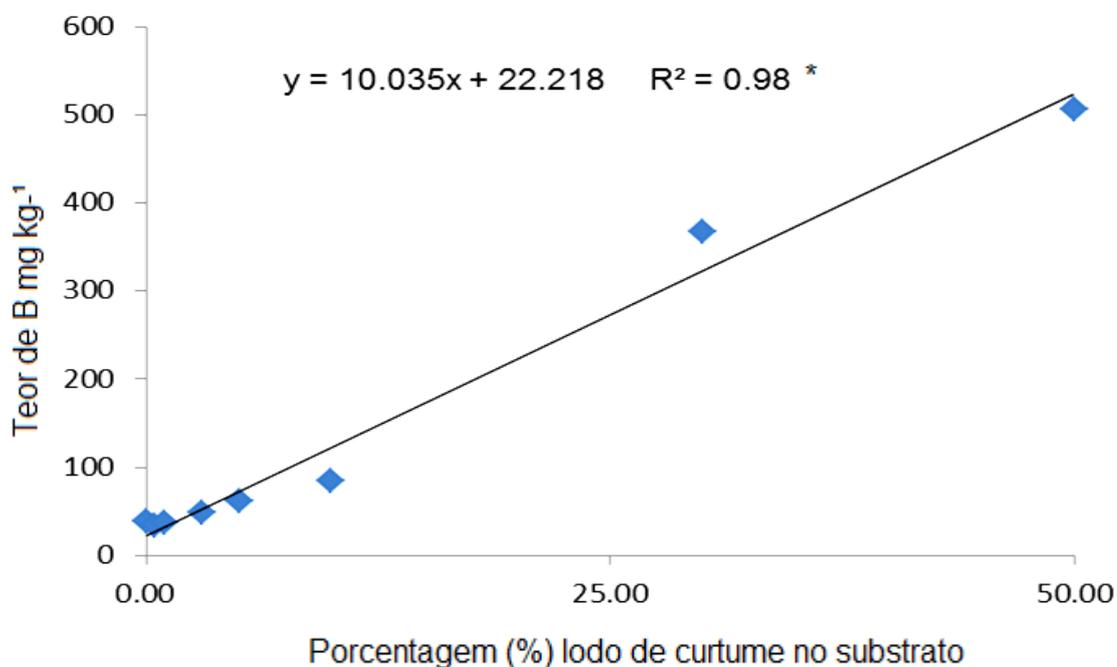


Figura 7. Teor de Boro das mudas de limoeiro 'Cravo', submetidas a tratamentos com diferentes percentuais de lodo de curtume, aos 45 dias após o transplante.



Figura 8. Clorose e queima das bordas das folhas baixeras de limoeiro ‘Cravo’.

Borges et al. (2007) evidenciaram que os teores de micronutrientes encontrados nas folhas da cultura do milho, adubada com lodos de curtume foram satisfatórios para o desenvolvimento da planta.

Verifica-se na figura 9 A que o teor de Manganês nas mudas de limoeiro ‘Cravo’ teve uma acentuada redução de acordo com a elevação do lodo de curtume, verifica-se que as mudas cultivadas sem lodo de curtume apresentaram em média 21 mg kg^{-1} e o tratamento com 50% de lodo de curtume proporcionou média de $10,5 \text{ mg kg}^{-1}$ de Mn nas mudas. De acordo com Godoy et al. (2013), a faixa ideal deste elemento em citros varia de 35 a 50 mg kg^{-1} , desta forma pode verificar que os teores de Mn das mudas de limoeiro cravo para todos os tratamentos utilizados ficaram a baixo da faixa ideal. Já o teor de cobalto, manteve-se praticamente no mesmo nível da testemunha que não continha lodo em sua constituição (Figura B).

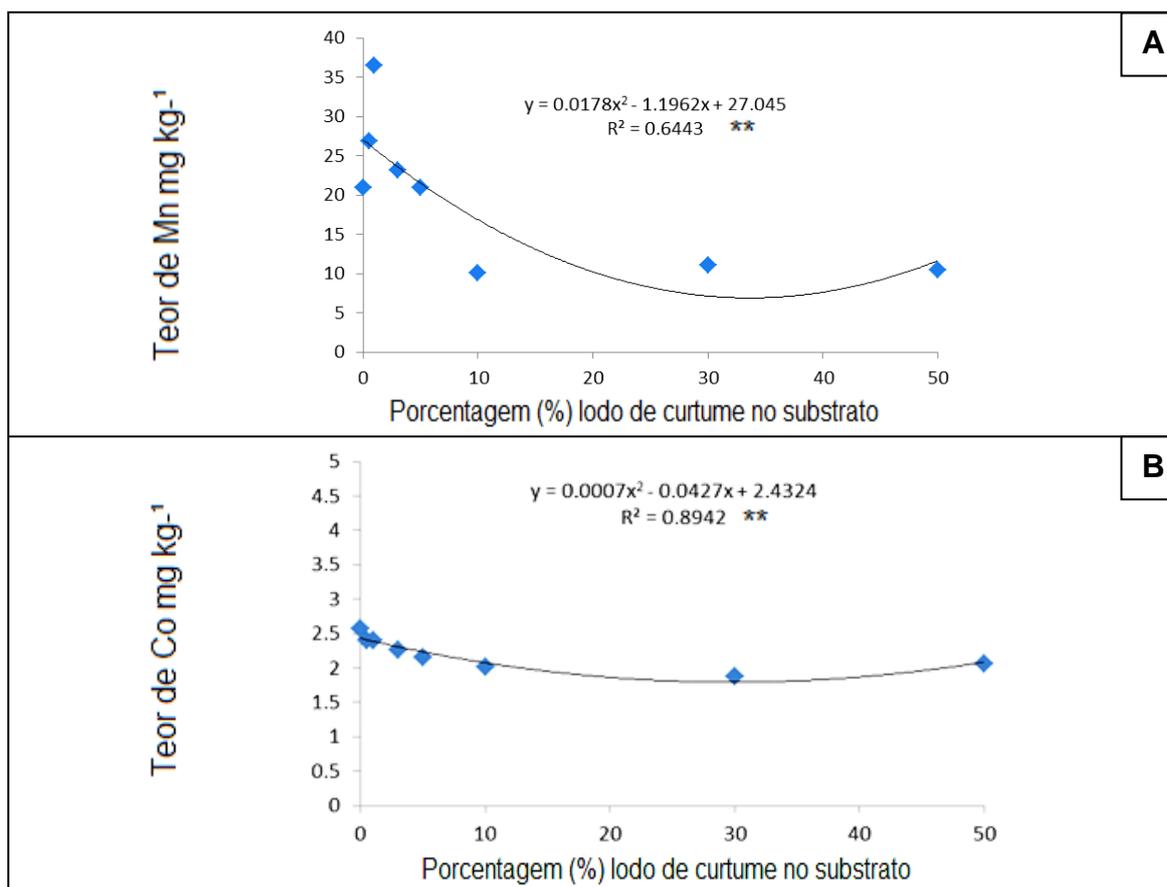


Figura 9. Teor de manganês (A) e cobalto (B) das mudas de limoeiro ‘Cravo’, submetidas a tratamentos com diferentes percentuais de lodo de curtume, aos 45 dias após o transplântio.

De acordo com a figura 10, verifica-se que houve grande incremento no teor do elemento cromo nas mudas do limoeiro ‘Cravo’ à medida que se incorporou o lodo de curtume ao substrato. As mudas submetidas ao tratamento sem lodo de curtume apresentaram em média 7,15 mg kg⁻¹, já o tratamento com a maior concentração do lodo (50%) apresentou média de 12,05 mg kg⁻¹.

A concentração de cromo na planta está principalmente associada à presença de formas solúveis do elemento no solo. Na forma hexavalente o cromo aparece como um ânion solúvel que penetra facilmente através da membrana celular, possuindo uma forte ação tóxica já que é um poderoso agente oxidante.

De acordo com Milacic e Stupar (1995), no solo, o Cr³⁺ é a forma mais estável, apresentando baixa solubilidade e mobilidade com o aumento do pH, devido à formação de Cr(OH)³ ou mesmo Cr(OH)⁴. Apesar de resíduos de

curtume não possuírem o cromo na forma oxidada, o acúmulo ou aplicação sucessiva, associado a variações em condições de solo, como a presença de manganês em formas oxidadas (Mn^{3+} e Mn^{4+}), baixos teores de carbono orgânico e boa aeração, podem promover a sua oxidação para forma hexavalente (Cr^{6+}) de alta solubilidade e mobilidade, caracteristicamente tóxicas e mutagênicas para os animais superiores, plantas e microrganismos.

Losi et al. (1994) afirmam que efeitos tóxicos do cromo na maioria das plantas são comuns quando as concentrações do elemento nas folhas são superiores a 18 mg kg^{-1} .

Verificou-se que mesmo nos substratos compostos com as maiores doses de lodo de curtume, que apresentavam grande quantidade deste elemento, as mudas do limoeiro 'Cravo' não apresentaram teores considerados tóxicos no tecido das plantas, provavelmente em decorrência da baixa solubilidade deste elemento em substratos com pH elevado.

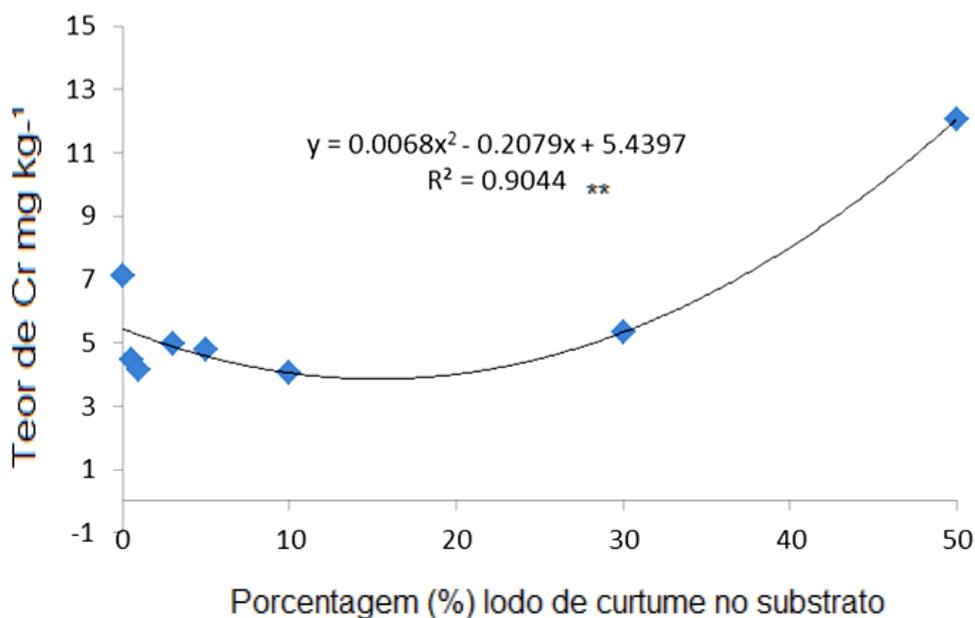


Figura 10. Teor de cromo das mudas e limoeiro 'Cravo', submetidas a tratamentos com diferentes percentuais de lodo de curtume, aos 45 dias após o transplântio.

5.3. Avaliações biométricas da parte aérea

O uso de diferentes porcentagens de lodo de curtume na composição de substrato para formação de mudas de limoeiro 'Cravo' apresentou valores semelhantes para os fatores número de folha, diâmetro do colo e altura aos 45 dias após o transplântio (Tabela 4).

O desenvolvimento vegetativo do porta-enxerto dos citros é um dos principais fatores observados por produtores de mudas, neste contexto, foi possível observar que as mudas cultivadas em substrato com diferentes porcentagens de lodo de curtume desidratado apresentaram valores próximos para NF, D e H, para todos os tratamentos, entretanto o T8 (50% lodo de curtume + 50% da mistura) com maior porcentagem de lodo obteve médias 20 e 7% superiores para os fatores NF e D, respectivamente, quando comparado com a testemunha.

O número de folhas com desenvolvimento normal em porta-enxerto de citros é uma importante característica para a avaliação do crescimento e desenvolvimento de planta, pois, tem forte correlação com a área foliar e matéria seca da parte aérea e altura de planta. De acordo com a tabela 4, verifica-se que as médias foram semelhantes estatisticamente para este fator.

Tabela 4. Valores médios do número de folhas (NF), em unidade, diâmetro do colo (D), em cm² e altura (H), em cm, de mudas de limoeiro ‘Cravo’ em função de diferentes porcentagens de lodo de curtume desidratado 45 dias após o transplante em sacola de polietileno cultivados em casa de vegetação. Colatina-ES, 2016.

Tratamentos	NF	D	H
1	9,17 a	0,61 a	20,4 a
2	10,47 a	0,63 a	21,8 a
3	9,03 a	0,57 a	22,3 a
4	9,84 a	0,50 a	19,25 a
5	10,63 a	0,59 a	19,9 a
6	8,56 a	0,65 a	18,7 a
7	10,66 a	0,53 a	20,2 a
8	11,41 a	0,65 a	17,2 a
Média	9,97	0,59	19,9
CV (%)	16,32	42,6	16,96

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade.

Valores obtidos para (H) na tabela 4 corroboram com Berilli et al. (2014), onde concluíram que mudas de café conilon cultivadas em substrato com adição de lodo de curtume desidratado apresentaram crescimento considerável, atingindo altura de até 5,7 cm, tamanho aceitável aos 120 dias do plantio das estacas.

Ainda que não tenha tido diferença estatística para a variável (H), as médias obtidas aos 108 dias após a semeadura foram 75% superiores aos valores obtidos por Schäfer et al. (2008), que avaliaram o desenvolvimento vegetativo inicial de porta-enxertos cítricos com adição de lodo de curtume, os autores verificaram que os porta-enxertos aos 83 dias após a semeadura (DAS) estavam, em média, com sete centímetros de altura.

Já Possato (2010) obteve resultado contrário quando avaliou o crescimento em altura de plantas de eucalipto submetidas a tratamentos com

doses de lodo de curtume, e esse crescimento foi maior conforme se elevou a dose do resíduo.

A área foliar é uma variável de crescimento reconhecida pela sua importância, sendo um indicativo de produtividade da planta (Favarin et al., 2002), estudos fisiológicos envolvendo análise de crescimento, transpiração, e em pesquisas para quantificar danos causados por pragas e doenças foliares (Silva et al., 2011), além disso pode ser citada a possibilidade de se estimar a perda de água pela planta (Pereira., 1997).

Contudo, as médias do fator AF, foram semelhantes quando submetidas aos diferentes tratamentos, não havendo diferença estatística para esta variável. Valores como esses não corroboram com Gamba (2012) onde, mudas de eucalipto submetidas à dose de 40 mg ha⁻¹ proporcionaram maior incremento de área foliar, sendo a média do resíduo de caleiro e compostado de lodo de curtume 74,47% e 28,90%, respectivamente, superiores à média encontrada nas plantas submetidas à adubação inorgânica.

O diâmetro do caule no ponto de enxertia (10 cm do solo) é a medida biométrica que pode, muitas vezes, ser importante para a formação de mudas de citros, pois indica vigor adequado para a recepção do enxerto. Os tratamentos não proporcionaram diferença significativa entre as médias de diâmetro do caule do porta-enxerto, verificou-se que aos 78 dias após o transplântio nenhum tratamento proporcionou mudas com diâmetro adequado para a enxertia (8 a 10 mm) (Tabela 5). Fato comum, pelo pequeno espaço de tempo entre o transplântio e a realização das avaliações, visto que dependendo da variedade e condições de cultivo, o porta-enxerto está apto para a enxertia de 3 a 6 meses após o transplântio (Oliveira et al, 2005).

Tabela 5. Valores médios para os fatores diâmetro na inserção de enxertia (DE), área foliar (AF), aos 78 dias de transplantados, massa seca da parte aérea (MSA) e massa seca da parte radicular (MSR), de mudas de limoeiro ‘Cravo’ em função de diferentes porcentagens de lodo de curtume desidratado 45 dias após o transplante em sacola de polietileno cultivados em casa de vegetação. Colatina-ES, 2016.

Tratamento	DE (mm)	AF (cm ²)	MSA (g)	MSR (g)
1	1,760	a 55,70	a 0,42	a 0,181
2	1,795	a 72,08	a 0,32	a 0,181
3	1,784	a 68,26	a 0,30	a 0,204
4	3,754	a 58,29	a 0,31	a 0,173
5	1,687	a 67,14	a 0,39	a 0,181
6	1,630	a 65,02	a 0,38	a 0,176
7	1,790	a 57,28	a 0,39	a 0,171
8	1,520	a 47,37	a 0,40	a 0,150
Média	1,96	61,39	0,37	0,177
CV (%)	69,28	25,57	24,56	27,35

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

O mesmo foi concluído por Tudeia (2014), trabalhando com lodo de curtume líquido na adubação de mudas de citrumeleiro ‘Swingle’, na qual os tratamentos não proporcionaram diferença significativa entre as médias de diâmetro do caule. Em contrapartida, a utilização de 3% de lodo de curtume em substrato comercial atua positivamente no desenvolvimento de mudas de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia*) elevando o crescimento em altura e diâmetro das mesmas, além da produção de maior número de folhas (Frankzac et al., 2008).

Ao analisar a MSA e MSR (Tabela 5), observou-se desenvolvimento uniforme em todos os tratamentos, não havendo diferença significativa entre os

mesmos. Isso indica que o lodo de curtume não comprometeu o sistema radicular da muda, promovendo um bom desenvolvimento do sistema radicular, o que pode estar relacionado ao elevado conteúdo de matéria orgânica presente no lodo de curtume.

.4. Avaliações biométricas da parte radicular

No geral, os tratamentos que foram submetidos a diferentes porcentagens de lodo de curtume na composição do substrato não apresentaram diferença nas médias para as características do sistema radicular (Tabela 6).

As variáveis, comprimento de raiz (L), área total de raiz (AT), área superficial da raiz (AS), volume de raiz (VR), densidade de raiz (DR) não diferiram estatisticamente ao serem submetidas aos tratamentos com substratos com diferentes percentuais de lodo de curtume (Tabela 6).

O sistema radicular é a parte física da planta responsável por propiciar suporte às plantas, agindo como fundação para que o vegetal possa permanecer sobre o solo. Além disso, possui papel importante nas atividades fisiológicas, tanto na síntese de fitormônios, como na absorção de água e nutrientes (Magalhães, 1988).

Korndörfer et al. (1989), afirmam que quanto maior o sistema radicular de uma cultura, maior será sua capacidade de explorar os nutrientes e água disponíveis no solo, a importância do volume e a distribuição do sistema radicular aumentam quanto menor a fertilidade do solo e maior déficit hídrico.

Contudo, as doses com percentuais de lodo de curtume não diferiram estatisticamente da testemunha. Fato semelhante foi analisado por Berilli (2014), onde não houve diferença estatística para o sistema radicular entre os tratamentos envolvidos da cultura do Café Conilon, levantando a hipótese que o lodo de curtume poderia interferir nesta cultura, somente no desenvolvimento da parte aérea.

No entanto, Tudeia (2014) em suas análises pode confirmar que quando o porta-enxerto citrumeleiro 'Swingle' foi submetido a diferentes doses de lodo de curtume líquido, os mesmos apresentaram maiores médias para as características do sistema radicular, proporcionando para o comprimento total,

superfície radicular e volume de raízes, respectivamente 45, 54,6 e 65% de aumento, quando comparado com as raízes das plantas que receberam o tratamento convencional.

Tabela 6. Comprimento (L), área total (AT), área superficial (AS), volume (V) e diâmetro de raízes (DR) de mudas de limoeiro 'Cravo' em função de diferentes porcentagens de lodo de curtume desidratado 45 dias após o transplante em sacola de polietileno cultivados em casa de vegetação. Colatina-ES, 2016.

Tratamentos	L (cm)	AT (cm ²)	AS (cm ²)	V (cm ³)	DR (mm)
1	147,51 a	9,36 a	17,16 a	0,40 a	0,45 a
2	155,57 a	8,88 a	17,29 a	0,35 a	0,52 a
3	168,99 a	9,60 a	17,55 a	0,40 a	0,52 a
4	154,10 a	9,14 a	16,89 a	0,37 a	0,47 a
5	149,30 a	8,71 a	17,27 a	0,38 a	0,48 a
6	140,52 a	8,76 a	16,05 a	0,34 a	0,51 a
7	132,39 a	8,35 a	15,82 a	0,34 a	0,52 a
8	128,14 a	8,25 a	15,36 a	0,29 a	0,52 a
Média	147,06	8,88	16,67	0,36	0,50
CV (%)	14,08	8,96	8,47	21,65	11,96

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

É possível que o tempo de experimentação não tenha sido suficiente para expressar o efeito dos tratamentos ou que a camada coesa existente nesse tipo de substrato nesse curto tempo não tenha permitido o desenvolvimento das radículas, este fato pode ser justificado por Vitti e Mazza (2002), que comentam que um substrato que apresenta menor velocidade de drenagem pode proporcionar melhor aproveitamento da água, assim como aumentar a eficiência de aproveitamento de alguns nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio, altamente lixiviáveis através da drenagem.

5.5. Avaliação fisiológica

No que se refere ao índice intensidade de verde das folhas, todos os tratamentos apresentaram médias similares, provando que ao aumentar as porcentagens de lodo de curtume no substrato a concentração de clorofila não foi alterada (Tabela 7).

Tabela 7. Intensidade de cor verde (SPAD), de mudas de limoeiro ‘Cravo’ em função de diferentes porcentagens de lodo de curtume desidratado 45 dias após o transplante em sacola de polietileno cultivados em casa de vegetação. Colatina-ES, 2016.

Tratamento	SPAD
1	47,78a
2	47,28a
3	43,28a
4	43,08a
5	49,39a
6	48,70a
7	46,95a
8	47,38a
Média	46,73
CV (%)	12,33

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

6. CONCLUSÕES

- As mudas de limoeiro 'Cravo' cultivadas em substratos enriquecidos com até 50% de lodo de curtume apresentam desenvolvimento de parte aérea e de raiz semelhante às cultivadas no substrato convencional utilizado por viveiristas (79,5% de terra de barranco, 19,5% de esterco bovino curtido, 0,55% de superfosfato simples, 0,15% de cloreto de potássio e 0,2% de calcário dolomítico);
 - O lodo de curtume proporciona a elevação do pH, da matéria orgânica e maior disponibilidade de fósforo, cálcio, magnésio, sódio e boro para as plantas e redução de zinco, manganês, cobre e ferro nos substratos;
 - O lodo de curtume proporciona o incremento de nitrogênio, boro e cromo e redução de fósforo, magnésio, manganês e cobalto nos tecidos foliares de mudas de limoeiro 'Cravo'.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, M, Nogueira, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. In: Cadahia,(Ed.) Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentais. Madrid: Mundi – Prensa, 1998. p. 287-342, 1998.

Abreu, M. F, Abreu, C. A, Bataglia, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: Encontro Nacional de Substratos, 3º, 2002, Campinas. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico, p.16-28. agrumiculture de mediterranée. Tel-Aviv, 1956, p. 252-259. Agrícola, 1991.

Andrade, R.A. de; Martins, A.B.G. Propagação vegetativa de porta-enxertos para citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, V. 25 n1 134-136, 2003.

Anuário brasileiro da fruticultura 2015. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2010. 12p.

Araújo, F. F. de, Tiritan, C. S., Pereira, H. M, Júnior, O. C. (2008). Desenvolvimento do milho e fertilidade do solo após aplicação de lodo de curtume e fosforita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, **12 (5): 507-511.**

- Auler, P. A. M, Neves, C. S. V. J, Fidalski, J, Pavan, M. A. (2011) Calagem e desenvolvimento radicular, nutrição e produção de laranja 'Valência' sobre porta-enxertos e sistemas de preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46 (3): 254-261.
- Azevêdo, C.L.L. - Produção integrada de citros – BA: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosBahia_2ed/importancia.htm> em 13/02/2016 página mantida pela Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- Barros, S. Brazil citrus annual. Disponível em: <<http://gain.fas.usda.gov/>>. Acesso em: 05 Out. 2015.
- Bassanezi, R.B, Yamamoto, P.T. Gimenes, N.F. Progresso dos sintomas de 'morte súbita' em pomares de laranjeiras 'Valência' e 'Pêra'. CONGRESSO paulista de fitopatologia, 25., 2002. Programa e resumos... p. 80.
- Beretta, M.J.G.; Rossetti, V.; Teófilo Sobrinho, J. Incidência do declínio de plantas cítricas em diversos porta-enxertos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., Brasília, 1986. Anais. Brasília: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1986b. p.237- 241.
- Berilli, S. S, Quiuqui, J.P.C, Rebinski.J, Salla, P.H.H, Berilli, A.P.C.G, Louzada, J.M. (2014). Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café conilon. **Coffee Science**, v. 9, n. 4, p. 472-479.
- Bianchi, V. J, Machado, L, Rodrigues, L, Cofcewicz, E, Medeiros, C. (2003) Caracterização química e eficiência de dois substratos na produção de porta-enxertos de citros em recipientes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, 9, 1,75-77.
- Blom, T.J. (1983) Working with soilless mixes, a guide to the different materials, characteristics and uses of soilless mixe. **Florist Review**, 173 (4480): 29-34,

- Blumer, S.; Pompeu, J. J.(2005). Avaliação de citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos para citros em São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 27(2):264-267.
- Boman, B.J.; Berger, R.D.; Derrick, K.S.; Battikhl, A.M. Citrus blight incidence under diferent fertilization and liming programs in Florida Flatwoods. Proceedings of the Florida State Horti-cultural Society, Tallahassee, v.118, p. 35-39, 2005.
- Bordignon, R. M.; Filho, H. P., Müller, G. W.; Siqueira, W. J. (2003). A tristeza dos citros e suas implicações no melhoramento genético de porta-enxertos. **Bragantia**, 62 (3), 345-355.
- Borges, J. D., Barros, R. G., de Souza, E. R. B., de Oliveira Júnior, J. P., Leandro, W. M., de Oliveira, I. P., e Sonnenberg, P. E. (2007). Teores de micronutrientes nas folhas de milho fertilizadas com lodo de curtume. **Bioscience Journal**, 23 (2).
- Borges, M.R, Coutinho, E.L.M. (2004) Metais pesados do solo após aplicação de bioossólido. II – Disponibilidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:1 557-568,
- Cabrera, R. A. D. (2004) Produção de mudas cítricas em viveiro: uso de substrato alternativo e inoculação com *Xylella fastidiosa* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Cakmak, I, Erenoglu, B, Gülüt, K. Y, Dericci, R, Römhheld, V. (1998) Light-mediated release of phytosiderophores in wheat and barley under iron or zinc deficiency. **Plant and Soil**, 202 (2): 309-315.
- Cakmak, I, Yazici, A.M. (2010) Magnésio um elemento esquecido na produção agrícola. *Informações agronômicas*. nº132 - Dez/2010.

- Calheiros, R.O. de, Oliveira, D. de., Caramori, P.H., Grossi, M.E.D. (1992) Viabilidade técnica da irrigação em citros no norte e noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 27 (6): 963-973.
- Calzavara, S.A, Santos, J.M, Favoreto, L. (2007) Resistência de porta-enxertos cítrica a *Pratylenchus jaehni* (Nematoda: Pratylenchidae). **Nematologia Brasileira**, Brasília 31 (1): 7-11,
- Carlos, E.F, Stuchi, E.S, Donadio, L.C. Porta-enxertos para a citricultura paulista Jaboticabal: Funep 1997. 47p. (Boletim citrícola n.1)
- Carvalho; S.A. (2003) regulamentação atual da Agência de Defesa Agropecuária para a produção, estocagem, comércio, transporte e plantio de mudas cítricas no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, 24 (1): 199-239,
- Castle, W.S. (1995) Rootstock as a fruit quality factor in citrus and deciduous tree crops. New Zealand. **Journal of Crop and Horticultural Science**, 23(4): 383-394,
- Coelho, R. A, Cunha, A. F. da (1973). Resultados de uma sobrecarga alcalina em insuficientes renais crônicos. **Boletim clínico dos hospitais civis de Lisboa**, 34, 67.
- Conceição, P.C.; Amado, T.J.C.; Mielniczuk, J.; Spagnollo, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.777-788, 2005.
- Cornell, R. M., Schwertmann, U. (2003) *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences and uses*. John Wiley & Sons.

- Costa, A.S.; Grant, T.J.; Moreira, S. (1949) Investigações sobre a tristeza II. Conceitos e dados sobre a reação das plantas cítricas à tristeza. **Bragantia**, Campinas, 9: 59-80,
- Costa, C. N, Castilhos, D. D, Castilhos, R. M. V, Konrad, E. E, Passianoto, C. C, Rodrigues, C. G. (2001) Efeito de adição de lodo de curtume sobre as alterações químicas do solo, rendimento de matéria seca e absorção de nutrientes em soja. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, 7, 189-191,
- Cunha, G. R. Meteorologia: fatos e mitos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 440p.
- Decarlos Neto, A. (2002) Adubação e nutrição nitrogenada de porta enxertos de citros produzidos em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, 24 (1): 204-207,
- Donadio, L.C., Mourão Filho, F.A.A., Moreira, C.S. (2005) Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: Mattos Júnior, D., De Negri, J. D., Pio, R. M., Pompeu Júnior, J. (Eds) Citros, Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, p.1-18.
- Erickson, L.C. (2007) The general physiology of citrus. In: Reuther, .;Batchelor, **Plant Physiol.**, 19(4):333-362,
- Esposti, M.D.D. (2002) Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros produzidos em citrovasos. Adubação e nutrição nitrogenada de porta-enxertos de citros produzidos em citrovasos, 2000. *Revista Brasileira de Fruticultura.*, Jaboticabal-SP, 24(1): 204-207
- Fageria, N. K, Stone, L. F.; Santos, A. B. dos. Maximização da eficiência de produção das culturas . Brasília : EMBRAPA, 1999. 294p.

- Favarin, J. L.; Neto, D. D. Garcia, A.; Villa Nova, N. A.; Favarin, M. G. G. V. (2002) Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, 37 (6): 769-773,
- Ferrarezi, R.S. Fontes de ferro no desenvolvimento de porta-enxertos cítricos produzidos em substrato. IAC, 2006. 91p.: il. - Curso de pós-graduação em agricultura tropical e subtropical, Campinas, 2006.
- Ferreira, A. (2003) Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27 (4): 755-763,
- Ferreira, A. S.; Camargo, F. A. O.; Tedesco, M. J.; BISSANI, C. A. (2003) Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 27: 755-763,
- Figueiredo, J. O., Stuchi, E. S., Donadio, L. C., Sempionato, O. R. (2002). Porta-enxertos para a lima-ácida-‘Tahiti’ na região de bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Furticultura**, 24(1).
- Fochesato, M. L. **Substratos e porta-enxertos na produção de mudas cítricas em ambiente protegido**. 2005. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- Franczak, D. D.; Neto, R. M. R. Adição de dosagens de lodo de curtume em substrato comercial para produção de mudas de caroba (*Jacaranda cuspidifolia*). VI Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/viensub/Trab_PDF/sub_13.pdf>. Acesso em: 02 de dezembro. 2016.

- Freitas, S. D. J., Santos, P. C. D., Carvalho, A. J. C. D., Berilli, S. D. S., & Gomes, M. D. M. D. A. (2012). Brassinosteroid and nitrogen fertilization on growth and nutritional status of seedlings from pineapple sectioning stem. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34 (2), 612-618.
- Fundecitrus. Tecnologia mostra eficácia. *Revista do Fundecitrus*, Araraquara, v.14,n.105, .8-11, 2001.
- Fundecitrus. Viveiros e mudas. Disponível em <http://www.fundecitrus.com.br>. Acesso em: 24 set. 2015.
- Furtini Neto, A. E. Fertilidade do solo. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.
- Godoy, L. J. de, Bôas, R. L, Yanagiwara, R. S, Backes, C, de Lima, C. P. (2013) Concentração foliar de manganês e zinco em laranjeiras adubadas com óxidos e carbonatos via foliar. **Revista Ciência Agronômica**, 44 (3), 437.
- Grant, T. J.; Moreira, S.; Salibe, A. A. (1961) Citrus variety reaction to tristeza vírus in Brazil when used in various rootstock and scion combinations. **Plant Disease Reporter**, 45,.416-421,
- Grolli, P.R. **Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substratos para plantas arbóreas**. (1991) Dissertação de Mestrado em Fitotecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (125p.)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2014) – Informações sobre culturas permanentes. Disponível em www.sidra.ibge.gov.br, Acesso em: 05 de Outubro de 2015 página mantida pelo IBGE.
- Jacksnson, M.L. (1965) Soil chemical analysis. 5 ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall. 498p.

- Joaquim, D. **Produção de mudas de citros em condições controladas: casa de vegetação, substratos e recipientes**. 1997. 105f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidad Politécnica de Valência, Valência, 1997.
- Kämpf, A., Barbosa, J, Martinez, H, Pedrosa, M, Sediya, M. (2004) Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 3-10.
- Konrad, E. E, Castilhos, D. D. (2002). Alterações químicas do solo e crescimento do milho decorrentes da adição de lodos de curtume. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26 (1), 257-265.
- Korndörfer, G. H, Vieira, G. G, Martins, J, Mathiesen, L. A. (1989) Resposta da cana planta a diferentes fontes de fósforo. Boletim Técnico Coopersucar, São Paulo, v. 45,n.1, p. 31-37, 1989.
- Gamba, V.S. Avaliação do lodo de curtume como fonte de nutrientes para o crescimento inicial de eucalipto. 2012.
- Kray, C.H. (2001) Efeitos da aplicação e da reaplicação de resíduos carbonífero e de curtume no solo e nas plantas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado. 2001
- Lima, J.E.O. de. (1986) Novas técnicas de produção de mudas cítricas. Laranja, Corderópolis, v.7, n.2, p.463-468,
- Losi, M.E.; Amrhein, C.; Frankenberger, W.T. (1994) Environmental biochemistry of chromium. *Reviews of Environmental Contaminatio*.
- Magalhães, A.C. (1988) Considerações sobre a fisiologia do sistema radicular: o caso das plantas cítricas. Laranja, Cordeirópolis v.2, n.9, p.401-404.

- Malavolta, E. ABC da Adubação. 4ª edição. São Paulo SP, Editora Agronomia Ceres, 1979. 255 p.
- Malavolta, E, Violante Netto, A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. Piracicaba : POTAFOS, 1989. 153p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C. Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 319p
- Mapa. Citrus. Iniciativa: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/citrus/saiba-mais>> Acesso em 10 de setembro de 2016.
- Martines, Alexandre Martin. **Impacto do lodo de curtume nos atributos biológicos e químicos do solo**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Mattos Junior, D.de, Negri, J.D. de, Figueiredo, J.O. de, Pompeu Junior, J. (2005) Citros: Principais Informações e Recomendações de Cultivo –Texto preparado para versão eletrônica do Boletim Técnico 200 (IAC).
- Menezes, J.F, Fernandes, H.S, Mauch, C.R; Silva JB. (2000) de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 18: 164-170.
- Minotti, P.L.; Halseth, D.E.; Sieczka, J.B. (1994) Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. **HortScience**, 29 (12): 1497-1500,
- Milacic, R, Stupar, J. (1995) Fractionation and oxidation of chromium in tannery waste and sewage sludge-amended soils. **Environmental Science and Technology**, Easton, 29 (2): 506-514,

- Modesto, J.C.(1996) Efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck). **Scientia Agrícola**, 53(2-3): 332-337,
- Moreira, S. (2004) Sintomas de 'exocortis' em limoeiro 'Cravo'. **Laranja**, Cordeirópolis, 25 (1): 247-250.
- Nazário, S.L.S, Miotti, A.A, Souza, D. Análise do lodo de curtume para aplicação como biofertilizante In: Congresso nacional de excelência em gestão, 9, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UNESC, 2013, 10p.
- Neves, E.M, Dayoub, M, M, Dragone, D.S, Neves, M.F. (2001) Citricultura brasileira: efeitos econômicos financeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 23 (2): 432-436,
- Noguera, P. (2000) Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. **Acta Horticulturae**, 517, 279-286
- Oliveira, A. P, Bruno, R.L.A, Alves, E. U. (2001) Influência do substrato e da temperatura na germinação de sementes peletizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, 23 (2): 72-77
- Oliveira, R.P, Scibittaro, W.B, Borges, R.S. de, Nakasu, B.H. (2005). Mudanças de citros. Embrapa clima temperado. Acessado em <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/MudançasdeCitros/autores.htm>> no dia 18 de fevereiro de 2016.
- Osaki, F. Calagem e adubação. 2. ed. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino.
- Passos, O. S, Filho, W. S.S. dos, Sobrinho, A.P.C. da. (2005) Classificação Botânica. In: Filho, H.P.S., Magalhães, A.F.de J., Coelho, Y. da S. (Ed.) Citros – 500 Perguntas 500 Respostas, Embrapa, Brasília – DF, 15 – 18.

- Pavinato, P. S. Rosolem, C. A. (2008). Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 911-920.
- Pedeag - Novo plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba, 2007-2025. Disponível em:<<http://www.pedeag.es.gov.br/oficina/27>>. Acesso em: 13 de fev. 2016.
- Pereira, A. R, Villa Nova, N. A, Sedyama, G. C. Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.
- Perin, J.R.; Carvalho, S.A.; Mattos, D.J; Cantarella, H. (1999) Efeitos de substratos e doses de fertilizante de liberação lenta no teor de clorofila e desenvolvimento vegetativo do limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Laranja**, Cordeirópolis, 20 (2): 457-462
- Pestana, M, David, M, Varennes, A, Abadía, J, Faria, E. A. (2001). Responses of 'Newhall' orange trees to iron deficiency in hydroponics: effects on leaf chlorophyll, photosynthetic efficiency, and root ferric chelate reductase activity. **Journal of Plant Nutrition**, 24(10), 1609-1620.
- Peters, J.B. (2005) Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension ,Madison,WI. http://uwlab.soils.wisc.edu/files/procedures/plant_icp.pdf acesso em 10 de dezembro de 2014.
- Pompeu Jr, J.J. Porta-enxertos. (Ed.). Citricultura brasileira. Campinas: Fundação Cargill, 2005. p.265-280.
- Possato, E.L. **Uso de lodo de curtume em eucalipto e seu efeito no crescimento de mudas e nos atributos químicos de um cambissolo**. Mato Grosso: UFMT, 2010. 49p. Tese de mestrado. Programa de pós-graduação

em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso, 2010.

Prado, A. K, Cunha, M. E. T. (2015) Efeito da aplicação de lodo de esgoto e curtume nas características físico-químicas do solo e na absorção de nitrogênio por feijoeiro (**Phaseolus vulgaris** L.). UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas, 10 (1).

Romheld, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P.; Raij, B. van; Abreu, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq; FAPESP; Potafos, 2001. p.71-85.

Roux, H.F, Burdette, S.A, Rouxburgh, C.R. Produção de mudas de citros certificadas na África do Sul. In: seminário internacional de citros – Tratos culturais, 5., Bebedouro, 1998. Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p.123-245.

Sales, R.A. de, Pires. A.A, Pinheiro, A.P.B. (2012) Adubação com fósforo sólido em Laranja Bahia. *Jornada de Iniciação Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do Ifes, Colatina-ES.*

Salibe, A.A. Moreira, C.S. (1984) Performance of rangpur lime as rootstock for citrus in Brazil. *Proceedings of the Internacional Society of Citriculture*, 1, 29-33,

Sato, S, Comerford, N.B. (2005) Influência do pH do solo na adsorção e dessorção de fósforo num ultisol úmido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5, p.685-694,

Schäfer, G, Souza, P.V.D. de, Koller, O.C, Schwarz, S.F (2008). Physical and Chemical Properties of Substrates to Cultivate Seedling of Citrus Rootstocks. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 39, 1067-1079,

- Schepers, J.S.; Francis, D.D.; Pvcgil, M.; Below, F.E. (1992) Comparison of corn leaf-nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, 23 (17/20): 2173-2187,
- Schmitz, J.A. K., Souza, P. V. D., Kämpf, A.N. (2002) Plants, growth of potted. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, 32 (6)
- Sempionato, O.R.; Stuchi, E.S.; Donadio, L.C. Viveiro de citros, Jaboticabal: FUNEP, 1997. 37p, (Boletim Citrícola, 2).
- Silva, S. F. ; Ferrari, J. L. (2012) Mapeamento da citricultura do município de Jerônimo Monteiro, ES, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, 8, 1171-1177,
- Silva, W.Z., Brinate, S.V.B., Tomaz, M.A., Amaral, J.F.T.A. do., Rodrigues, W.N., Martins, D.L. (2011). Métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. Centro científico conhecer. (2011).
- Soares Filho, W. S.; Ledo, C. A. S.; Souza, A. S.; Passos, O. S.; Quintela, M. P.; Mattos, L. A. (2008) Potencial de Obtenção de Novos Porta-Enxertos em Cruzamentos Envolvendo Limoeiro 'Cravo', Laranjeira 'Azeda', Tangerina 'Sunki' e Híbridos de Poncirus trifoliata. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, 30 (1): 223 228,
- Spiegel-Roy, P.E Goldschmidt, E.E. (1996) Biology of Citrus. Nova York: Cambridge University, 230p.
- Swingle, W.T. (1943) The botany of citrus and its wild relatives f the orange subfamily. In: Weber, H.J., Batchellor, L.D. (Ed.) The citrus industry. Berckley: University of California, 1:129-474.

- Teixeira, K. R. G., Gonçalves Filho, L. A. R., Carvalho, E. M. S., Araújo, A. D., & Santos, V. D. (2006). Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. **Ciência e Agrotecnologia**, 30 (4), 1071-1076,
- Teófilo Sobrinho, J. (1985) Adensamento de plantio para os citros. **Laranja**, Cordeirópolis, 6:259-269.
- Toledo, A. R. M. **Efeito dos substratos na formação de mudas de laranjeiras** (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pêra Rio) em vasos. 1992. 88 p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.
- Tudéia, T. N, Freitas, S. J, Santos, P. C, Berilli, S. S, Biazatti, M. A, Goncalves, Y. S. (2014) Lodo de curtume no desenvolvimento do sistema radicular do porta enxerto do citrumeleiro 'Swingle'. In: III CBRO Congresso Nacional de Resíduos Orgânicos, 2014, Vitória - ES. IX Encontro Nacional de Substrato para Plantas, 2014.
- Ungera, P.W, Stewart, B.A, Parrb, J.F, Singhc, R.P. (1991) Crop residue management and tillage methods for conserving soil and water in semi-arid regions. **Soil & Tillage Research**, 20, 219-240,
- Varvel, G.E, Schepers, J.S, Francis, D.D. (1997) Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, 61: 1233-1239,
- Vitti, G. C., Lima, E, Cicarone, F. (2006) Cálcio, magnésio e enxofre. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa-MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 299-325.

Vitti, G.C, Mazza, J.A. (2002) Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. Piracicaba: **POTAFOS**, 2002. 169. (Encarte técnico/informações agronômicas, 97).

Webber, H.J. (Ed.). The citrus industry. Riverside: UCLA Press, 1968. 86-126.

Zorzeto, T. Q. Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria x ananassa*). Campinas: IAC. 96p. 2011. Tese de Doutorado.