

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

**FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NA
PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE CITRUMELO
'SWINGLE'**

DANILO APARECIDO RODRIGUES TRINDADE



Danilo Aparecido Rodrigues Trindade

**FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NA
PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE CITRUMELO ‘SWINGLE’**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Paulo Sérgio Nascimento Lopes



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COLEGIADO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aos dezessete dias do mês de março de 2021, às 14 h, o(a) estudante Danilo Aparecido Rodrigues Trindade, matrícula 2016094324, defendeu o

Trabalho intitulado "FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE CITRUMELO 'SWINGLE'"

tendo obtido a média

(98) Noventa e oito.

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar, assinam eletronicamente a presente ata.

Nota _____ 98 _____

(Paulo Sérgio Nascimento Lopes)

Orientador (a): Paulo Sérgio N. Lopes

Nota _____ 98 _____

(Nermy Ribeiro Valadares)

Examinador (a): Nermy Ribeiro Valadares

Nota _____ 98 _____

(Tiago Alves Santiago)

Examinador (a): Tiago

Nota _____ 98 _____

(Rodinei Facco Pegoraro)

Examinador (a): Rodinei Facco Pegoraro

RESUMO

A citricultura é uma das principais atividades agrícolas do mundo e a utilização de mudas de qualidade junto ao uso de porta-enxerto adequado são fatores primordiais para a implantação de pomares comerciais. O citrumelo 'Swingle' (*Citrus paradisi Macfad.* cv. Duncan \times *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.) é um dos principais porta-enxertos utilizados na citricultura por apresentar tolerância ao declínio e à morte súbita dos citros, além de ser resistente à gomose e ao nematóide do citros. Este trabalho objetivou avaliar a aplicação de diferentes doses de um fertilizante de liberação controlada sobre a produção de mudas de Citrumelo 'Swingle' nas condições do Norte de Minas Gerais. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, utilizando-se cinco tratamentos, quatro repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos por doses crescentes de um fertilizante de liberação controlada com nome comercial Basacote Plus 9M®, nas doses 0, 3, 6 e 12 g/L de substrato, além do tratamento testemunha representado pela mistura de adubos convencionais. Foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas (cm), diâmetro de caule (mm) e número de folhas em cinco épocas diferentes (0; 15; 60; 105 e 150 dias). Aos 150 dias foi avaliado o comprimento da raiz (cm), volume de raiz (mL), matéria seca da parte aérea (g), matéria seca da raiz (g) e a matéria seca total (g). Os resultados obtidos demonstraram que o Basacote Plus 9M® na dose 6 g por litro de substrato proporciona produção adequada do porta-enxerto Citrumelo 'Swingle'.

Palavras-chave: Citricultura. Produção de mudas. Fertilizante. Adubação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mecanismo de ação do fertilizante de liberação controlada.....	9
Figura 2 – Grânulo do fertilizante de liberação controlada.....	10
Figura 3 – Quantidade de fertilizante de liberação controlada da marca comercial Basacote Plus 9M®, utilizado para adubar 60,8 litros (volume total de substrato para cada tratamento) na dose de 3, 6 e 12 g/L	12
Figura 4 – Disposição do experimento na bancada do viveiro.....	13
Figura 5 – Citrumelo ‘Swingle’ adubados com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e convencional, aos 150 dias após a repicagem.	20
Figura 6 – Sistema radicular das mudas do Citrumelo ‘Swingle’ adubados com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e convencional, aos 150 dias após a repicagem.....	20
Figura 7 – Sintomas de deficiências nutricionais e estresse salino em Citrumelo ‘Swingle’, aos 150 dias após a repicagem nos tratamentos (A) testemunha – sintoma em folhas velhas de Mg, (B) 0 g/L – sintoma em folha velha de nitrogênio e (C) 12 g/L – sintoma de estresse salino.....	26
Figura 8 – Sintomas de deficiências nutricionais em Citrumelo ‘Swingle’, aos 150 dias após a repicagem nos tratamentos (A) 6 g/L- sintoma em folhas velhas de Mg, (B) 3 g/L - sintoma em folhas velhas de Mg	26
Gráfico 1 – (a) Altura de plantas (Altura), (b) diâmetro do caule (Diam) e (c) número de folhas (NF) em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e avaliados em diferentes épocas.....	18
Gráfico 2 – Altura de plantas, diâmetro do caule, diâmetro de caule no ponto de enxertia e número de folhas de Citrumelo ‘Swingle’ em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem. .	22
Gráfico 3 – Volume de raiz do Citrumelo ‘Swingle’ em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem.	23
Gráfico 4 – Massa seca de folhas, caule, raízes, parte aérea e planta de Citrumelo ‘Swingle’, em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais espécies cultivadas do gênero <i>Citrus</i>	4
Tabela 2 – Análise química da água de irrigação do viveiro de mudas	12
Tabela 3 – Modelos de regressão múltipla testados para descrever caracteres quantitativos em plantas de Citrumelo ‘Swingle’ em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem	15
Tabela 4 – Avaliadores da qualidade do ajuste na avaliação de 12 modelo de regressão para a altura de plantas (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF) em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem.....	15
Tabela 5 – Média da altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e número de folhas (NF) de Citrumelo ‘Swingle’ adubados com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e convencional (TT), avaliados em diferentes épocas após a repicagem	17
Tabela 6 – Médias da altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), diâmetro do caule no ponto de enxertia (DIAME), número de folhas (NF), comprimento de raiz principal (COMPR), volume de raiz (VOLR), matéria seca de folhas (MSF), matéria seca de caule (MSC), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MS Planta) de Citrumelo ‘Swingle’ adubados com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e convencional (TT), aos 150 dias após a repicagem.....	19

LISTA DE SIGLAS

ALT – Altura de plantas

COMPR – Comprimento de raiz principal

DIAM – Diâmetro de caule

DIAME – Diâmetro de caule no ponto de enxertia

FLC – Fertilizante de liberação controlada

FLL – Fertilizante de liberação lenta

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA – Instituto de Ciências Agrárias

MG – Minas Gerais

MSC – Massa seca do caule

MSF – Massa seca da folha

MSPA – Massa seca da parte aérea

MSR – Massa seca da raiz

NF – Número de folhas

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

VOLR – Volume de raiz

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Citricultura brasileira	3
2.2 Citrumelo ‘Swingle’	5
2.3 Adubação em viveiros	6
2.4 Fertilizantes de liberação controlada	7
2.4.1 Basacote Plus 9M®.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Área de estudo	10
3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental	11
3.3 Condução do Experimento.....	11
3.4 Coleta dos Dados.....	13
3.5 Análise Estatística	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5 CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A citricultura é uma das principais atividades agrícolas do mundo, e vem apresentando crescimento contínuo em produção e consumo em diversos países (SANTOS, 2019). Neste contexto, o Brasil se mantém em primeiro lugar na produção mundial de citros, principalmente no cultivo de laranja. Além de ocupar o posto de maior exportador de suco concentrado congelado de laranja (SANTOS, 2019).

Na produção de citros, a utilização de mudas de qualidade, atrelada ao uso de porta-enxerto adequado, se constitui um dos fatores de grande importância na implantação dos pomares (SCHÄFER, 2004). O porta-enxerto pode interferir em algumas características da copa, ressaltando a importância da escolha deste na produção citrícola.

O citrumelo ‘Swingle’ é um dos principais porta-enxertos utilizado na citricultura. É um híbrido obtido do cruzamento do pomelo ‘Duncan’ (*C. paradisi*) com o trifoliata (*Poncirus trifoliata*), apresentando bom desempenho em diferentes tipos de solos, tolerância ao declínio e à morte súbita dos citros, além de ser resistente à gomose e ao nematóide do citros (MATTOS JUNIOR *et al.*, 2005). A sua principal limitação é a incompatibilidade com algumas variedades comerciais, entre elas, a copa de laranja ‘Pera’, a mais plantada no Brasil (CITROLIMA, 2005).

As adubações realizadas em viveiros é a principal forma de fornecimento de nutrientes para as mudas, sendo uma das etapas importantes que asseguram o desenvolvimento vigoroso das plantas. Na maioria dos viveiros comerciais, que utilizam recipientes para a produção de mudas, as adubações ainda são feitas a partir de misturas de adubos simples e formulados, levando em conta as experiências dos produtores e empregando-se diferentes manejos de adubação (SERRANO; CATTANEO; FERREGUETTI, 2010). Em geral, estes adubos são aplicados constantemente via líquida ou sólida, sem considerar a lixiviação dos nutrientes, que é intensa em substratos de reduzido volume e submetidos à frequentes irrigações diárias, como é o caso de mudas produzidas em recipientes. Isso pode levar a desbalanços nutricionais, comprometendo o desenvolvimento da muda. Outras desvantagens de se utilizar essas misturas é o risco de incompatibilidade entre os fertilizantes e a elevada demanda de mão de obra, tanto para realizar a mistura dos fertilizantes, quando para aplicação

destes, onerando de forma significativa o custo de produção das mudas (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2002).

Atualmente, na viveiricultura tem sido utilizado os chamados fertilizantes “inteligentes”, que são adubos de liberação lenta e/ou controlada, que apresentam vantagens em relação aos adubos convencionais (ALMEIDA *et al.*, 2019). Esses são aplicados uma única vez no substrato e seus nutrientes são liberados em pequenas doses e constantemente às plantas até determinado tempo, conforme a solubilidade dos grânulos do adubo ou sua decomposição por ação biológica ou química (HARTMANN e KESTER, 1994). Dessa forma, os fertilizantes de liberação controlada impedem os problemas que possam ser causados pela mistura de adubos convencionais, como a lixiviação intensa de nutrientes, ou, ao contrário, aplicações excessivas destes, bem como os gastos elevados com mão de obra. Entretanto, como desvantagem apresenta um preço maior do que o adubo convencional (OLIVEIRA e SCIVITTARO, 2002).

O uso recente de adubos de liberação controlada nos viveiros tem exigido alguns estudos, visando adaptar as doses gerais recomendada pelo fabricante às situações diversas de produção de mudas cítricas. Vários fatores, como espécie de porta-enxerto utilizado, condições climáticas do local e estrutura para produção de mudas, composição do substrato, qualidade da água de irrigação, etc, (CARVALHO E SETIN, 2014; MATTOS JÚNIOR, *et al.*, 2014; NATALE *et al.*, 2018) podem alterar a absorção de nutrientes pelas plantas e taxa de liberação de nutrientes pelo adubo, necessitando de ajustes para o crescimento adequando das mudas.

Diante do exposto, objetivou-se no presente trabalho recomendar a dose mais eficiente de um fertilizante de liberação controlada sobre a produção do porta-enxerto de Citrumelo ‘Swingle’ nas condições do Norte de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Citricultura brasileira

As plantas cítricas são originárias das regiões tropicais e subtropicais do continente asiático, fazem parte de um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* que constituem a família Rutaceae.

Tabela 1 - Principais espécies cultivadas do gênero *Citrus*.

Nome comum	Nome científico
Laranjeiras doces	<i>Citrus. sinensis (L.) Osbeck</i>
Laranjeiras azedas	<i>Citrus aurantium</i>
Tangerinas	<i>Citrus reticulata</i> e <i>C. deliciosa</i>
Limoeiros	<i>Citrus limon (L.) Burm. f.</i>
Limas ácidas	<i>Citrus latifolia</i> e <i>C. aurantiifolia</i>
Limas doces	<i>Citrus limettioides</i>
Pomeleiros	<i>Citrus paradisi Macfad.</i>
Cidreiras	<i>Citrus medica L.</i>
Toranjas	<i>Citrus grandis</i>

Fonte: Adaptado de Mattos Junior *et al.*, 2005.

A citricultura é uma das principais atividades agrícolas no mundo, apresentando alto consumo em vários países (SANTOS, 2019). Neste cenário, o Brasil detém o primeiro lugar na produção mundial de laranja, além de ser o maior exportador de suco de laranja concentrado congelado (SANTOS, 2019). Dessa forma, a cadeia cítrica brasileira detém 37% da produção mundial de laranja e 64% da de suco de laranja, exportando US\$ 1,52 bilhão em suco e alcançando 76% de participação no mercado mundial, além disso, o setor gera aproximadamente 605 mil postos de trabalho, entre empregos diretos e indiretos (CitrusBR, 2020; VIDAL, 2019). A importação mundial é absorvida por grandes mercados, o americano, asiático, europeu e o canadense, o que faz com que as frutas cítricas brasileiras estejam presentes em várias partes do mundo (SANTOS, 2019).

A principal região produtora no Brasil compreende o Estado de São Paulo, seguida pelo estado de Minas Gerais, Paraná e Bahia cujos pomares são constituídos principalmente de laranjas doces, tangerinas, e limas ácidas. Somente em São Paulo a área colhida foi de 402.996 hectares, produção de 13.357.732 toneladas e rendimento de 33,15 t/ha, consolidando o posto de maior produtor nacional, com 77% do total brasileiro. (ALVES *et al.*, 2019). O IBGE lançou em 2020 os dados da safra 2018/2019 em que a produção brasileira alcançou aproximadamente 18 milhões de toneladas com área plantada total de 653.730 hectares na safra 2019.

Em segundo lugar no ranking nacional de produção de citros, o estado de Minas Gerais se destaca na produção de tangerina, laranja e limão (AGÊNCIA MINAS, 2019). A produção de tangerina alcançou uma área colhida de 12,6 mil hectares e uma produção de 203,7 mil toneladas em 2018 (SEAPA, 2019). Já a produção mineira de laranja em 2020 foi de cerca de 990 mil toneladas conferindo o posto de segundo lugar no ranking nacional (SEAPA, 2019; AGÊNCIA MINAS, 2019). A área em produção foi de 38,3 mil hectares (SEAPA, 2019). Em relação à produção de limão, a área colhida foi de 3,8 mil hectares e uma produção de 72,4 mil toneladas em 2018 (SEAPA, 2019). Dividindo por regiões, o Triângulo Mineiro destaca-se pela produção de laranjas, destinadas a indústria de sucos, enquanto que o Sul de Minas e a região Central são grandes produtores de tangerinas. Já o Norte de Minas tem destaque como maior produtor e exportador de lima ácida ‘tahiti’ (AGENCIAS MINAS, 2019).

2.2 Citrumelo ‘Swingle’

O citrumelo ‘Swingle’ (*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* [L.] Raf.) é um híbrido testado como porta-enxerto, desde a década de 40 em variedades cítricas comerciais (BASTOS *et al.*, 2014). Sua origem vem do cruzamento do pomelo ‘Duncan’ (*Citrus paradisi*) com o trifoliata (*Poncirus trifoliata*), realizado pelo cientista W. T. Swingle em 1907, na Flórida (CITROLIMA, 2005). Foi introduzido no Brasil pelo Instituto Agrônomo de Campinas por ter mostrado resistência à tristeza do citros, à gomose, ao nematóide e ao frio (BASTOS *et al.*, 2014). O citrumelo ‘Swingle’ demonstra ser produtivo, porém as plantas com esse porta-enxerto são exigentes em adubação, principalmente o potássio (BASTOS *et al.*, 2014).

O citrumelo ‘Swingle’ mostra bom desempenho em solos arenosos e argilosos, porém possui baixo desempenho em solos com pH elevado ou mal drenados (MATTOS JUNIOR *et al.*, 2005). Apesar disso, possui boa tolerância à seca, favorece a produção de frutos de alta qualidade e é pouco afetado pelo declínio e tolerante à morte súbita dos citros (MATTOS JUNIOR *et al.*, 2005). Outra característica desse porta-enxerto é a indução da maturação dos frutos mais tardia que a apresentada pelo limão ‘Cravo’ (MATTOS JUNIOR *et al.*, 2005).

Uma limitação para o uso do citrumelo ‘Swingle’ é sua incompatibilidade com diversas variedades comerciais (CITROLIMA, 2005). Há relatos de problemas

com a laranja 'Pera', com a tangerina 'Murcott', com alguns limões verdadeiros e com a laranja 'Roble' (CITROLIMA, 2005). Sendo assim, sua utilização com estas copas não é recomendada, diferentemente das variedades comerciais como 'Hamlin', 'Bahia', 'Valência', 'Natal', e 'Ponkan', a qual possui compatibilidade (CITROLIMA, 2005). O problema da incompatibilidade, no entanto, pode ser contornado através do uso de um interenxerto entre a copa desejada e o cavalo (CITROLIMA, 2005).

Por conta do sucesso do citrumelo 'Swingle' na Flórida, cientistas da Universidade da Flórida, repetiram, em 1955, o cruzamento do pomelo 'Duncan' com o trifoliata, o que originou citrumelos genericamente designados de F.80 (POMPEU JUNIOR e BLUMER, 2010). O bom comportamento do citrumelo 'Swingle' em São Paulo motivou a introdução, em 1990, de diversos citrumelos dessa série. (POMPEU JUNIOR e BLUMER, 2010).

Na citricultura, o sucesso de um pomar depende da utilização de mudas de qualidade. Sendo assim, ressalta-se a importância na diversificação dos porta-enxertos na constituição do pomar, dado que uma das estratégias utilizadas para a manutenção do potencial produtivo das lavouras, no caso do surgimento de novas doenças, é manter a diversidade genética na área (SCHÄFER, 2004). Além disso, deve-se enfatizar que o porta-enxerto pode interferir em algumas características da copa, como no tamanho, precocidade, qualidade dos frutos, permanência dos frutos na planta e sua conservação pós-colheita, eficiência na utilização de nutrientes, tolerância a doenças e pragas e resistência a fatores bióticos e abióticos (BASTOS *et al.*, 2014 *apud* POMPEU JUNIOR, 2005).

2.3 Adubação em viveiros

Quando se trata de produção comercial, a principal fonte de nutrientes para as plantas são os fertilizantes, pois através deles são fornecidos elementos indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Com uma nutrição adequada, principalmente na fase de muda, as plantas se desenvolvem melhor, tornam-se mais resistentes às pragas e doenças e têm mais tolerância aos períodos de seca e outros estresses (DIAS *et al.*, 2012).

Embora a relevância da nutrição seja reconhecida na produção de qualidade de porta-enxertos e mudas, a literatura possui divergências quando ao manejo de adubação, definição de doses, fontes nutricionais e formas de aplicação. Ressalta-se

ainda que de forma geral, as adubações de mudas em viveiros são definidas de forma empírica ou de acordo com as experiências dos viveiristas (LIMA NETO *et al.*, 2015; NATALE *et al.*, 2018; SERRANO; CATTANEO; FERREGUETTI, 2010). Como na maioria dos viveiros comerciais ocorre o cultivo de um grande número de espécies com exigências nutricionais diferentes, as recomendações de adubações específicas para cada espécie se tornaram um grande obstáculo. As quantidades de fertilizantes utilizados são muito variáveis, as quais na maioria das vezes aplicam-se doses iguais em todas as plantas, sem distinção de cultivar ou mesmo de idade (SERRANO; CATTANEO; FERREGUETTI, 2010). Além disso, suprir as demandas nutricionais da planta, no momento mais adequado, requer um conhecimento mais apurado sobre a cultura, pois a necessidade da planta varia de acordo com seu estado fonológico, idade, sanidade e condições edafoclimáticas (GIORGETTI; CASTRO; MANCUSO, 2015).

2.4 Fertilizantes de liberação controlada

Os fertilizantes são insumos fundamentais para a produção agrícola. Estes produtos conferem melhores condições para o desenvolvimento das plantas e maior tolerância às adversidades edafoclimáticas e ataques de pragas e doenças, levando ao aumento significativo da produção (ACADEMIA DO PLANTIO, 2019). Atualmente, existem diversos tipos de fertilizantes no mercado, variando de acordo com sua origem (orgânica ou inorgânica), composição, solubilidade, forma (pó, granulado ou líquido) e acidez (ACADEMIA DO PLANTIO, 2019). Recentemente, tecnologias inovadoras acerca da nutrição de plantas têm sido produzidas dentro do conceito “fertilizantes inteligentes”, denominados adubos de liberação lenta e/ou controlada (MATOS; NASCIMENTO; GENUNCIO, 2020).

Oficialmente não existe uma diferenciação entre os fertilizantes de liberação lenta e de liberação controlada (MATOS; NASCIMENTO; GENUNCIO, 2020). No entanto, os fertilizantes de liberação lenta são na maioria das vezes referidos como dependentes de decomposição microbiana, e os revestidos como de liberação controlada (MATOS; NASCIMENTO; GENUNCIO, 2020). Os adubos de liberação lenta possuem baixa solubilidade, sendo a parte solúvel em água disponível rapidamente, enquanto a outra é liberada de forma gradativa por mais tempo (MATOS; NASCIMENTO; GENUNCIO, 2020). Já os ditos de liberação controlada são revestidos por uma camada permeável que controla a entrada e saída de água, reduzindo o tempo de dissolução do

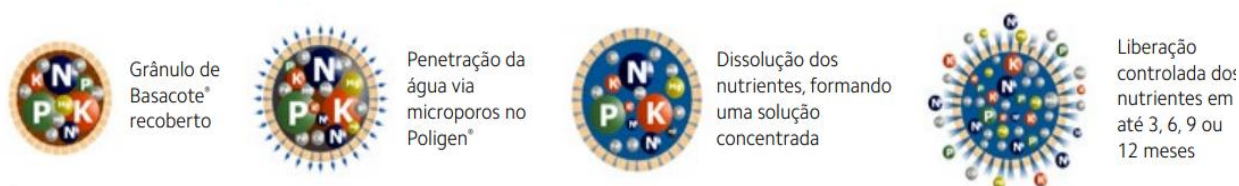
nutriente e conseqüentemente degradando-se lentamente no solo (MATOS; NASCIMENTO; GENUNCIO, 2020).

Os fertilizantes de liberação controlada (FLC) fazem parte de um pacote tecnológico promissor que têm sido bastante utilizados em sistemas de produção de mudas devido as suas vantagens em relação aos convencionais e através de vários trabalhos foi constatada sua eficácia (ALMEIDA *et al.*, 2019). Diferentemente da adubação convencional, os fertilizantes de liberação controlada promovem liberação gradual dos nutrientes em função do tempo, eliminando a necessidade de adubações frequentes e sincronizando as necessidades da planta com a disponibilidade de nutrientes no substrato, além de minimizar possíveis deficiências nutricionais (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

Os fertilizantes de liberação lenta e controlada possuem características comuns, como a disponibilização gradual dos nutrientes para o solo, porém, possuem mecanismos diferentes, podendo ser classificados por grupos, como: peletizados; quimicamente alterados e recobertos (MATOS; NASCIMENTO; GENUNCIO, 2020). Os peletizados compreendem os compostos de solubilidade variada, cuja liberação dos nutrientes pode ou não depender da ação microbiana, diferentemente dos fertilizantes quimicamente modificados que convertem parte dos nutrientes em formas insolúveis em água, liberados ao meio de forma contínua (MATOS; NASCIMENTO; GENUNCIO, 2020). Já os fertilizantes recobertos compreendem os compostos solúveis envolvidos por uma camada permeável à água (FIGURA 1), que controla a liberação de nutrientes ao meio de cultivo (MATOS; NASCIMENTO; GENUNCIO, 2020). A liberação ocorre por meio da difusão, no qual, através da umidade, os nutrientes são solubilizados e liberados para fora do grânulo devido à diferença de concentração entre a solução e o meio, garantindo sua disponibilização de forma gradual e adequada às exigências das plantas, ao logo de todo o cultivo (COMPO EXPERT, 20-?).

Figura 1 – Mecanismo de ação do fertilizante de liberação controlada

MECANISMO DE AÇÃO



Fonte: COMPO EXPERT, [20-?]

As principais vantagens na utilização de adubos de liberação controlada estão relacionadas principalmente à redução de capital e custos operacionais como a mão-de-obra, já que a aplicação é realizada uma única vez (STÜPP *et al.*, 2015). Além disso, também há redução na perda de nutrientes por meio de lixiviação e escoamento, redução de reações de imobilização química e biológica no solo que causam formas indisponíveis para as plantas, redução da queima de folhas pelas altas taxas de fertilizantes aplicados na superfície, diminuição da salinidade do substrato, a qual poderia prejudicar o pleno desenvolvimento das mudas (SHARMA, 1979). Dessa maneira, a utilização desses adubos pode contribuir para o aperfeiçoamento do processo produtivo de mudas em viveiros tanto do ponto de vista econômico como ambiental (ALMEIDA *et al.*, 2019).

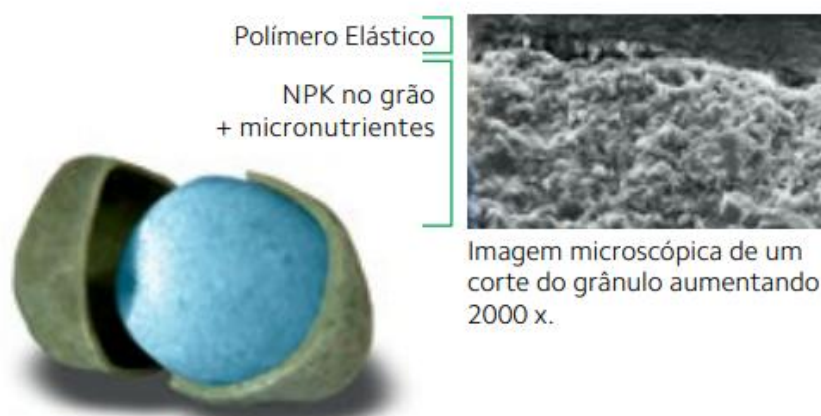
A formulação destes adubos quanto à porcentagem de nutrientes nos grânulos é bastante variada, sendo possível encontrá-los em diferentes quantidades e marcas comerciais (FELETTI, 2018). A escolha do fertilizante mais adequado vai depender da exigência da espécie a ser cultivada e do recurso financeiro para tal investimento, visto que, estes produtos possuem a grande desvantagem do alto custo de aquisição, por isso a necessidade de um maior controle para sua utilização (SOMAVILLA *et al.*, 2014). OLIVEIRA e SCIVIRATTO, (2002) simularam uma comparação do custo de três sistemas de adubação em mudas cítricas produzidas em viveiros, sendo por adubação com fontes solúveis parcelada por sistema automático de irrigação, adubação com fontes solúveis parcelada manualmente e com fertilizantes de liberação lenta, com objetivo de informar os viveiristas à viabilidade econômica de cada sistema. Os autores observaram que os fertilizantes de liberação lenta tiveram o maior custo, com 8% a mais em relação ao sistema de adubação com fontes solúveis parcelada manualmente e 36% ao sistema de adubação com fontes solúveis parcelada por sistema automático de irrigação. Sendo assim, para haver viabilidade na utilização dos

fertilizantes de liberação controlada, é necessário adequações das doses para aplicação, com intuito de aperfeiçoar o uso do insumo na produção de mudas (SOMAVILLA *et al.*, 2014).

2.4.1 Basacote Plus 9M®

O Basacote Plus 9M® é um fertilizante mineral misto composto por macro e micronutrientes. Este fertilizante faz parte de uma das principais linhas de fertilizantes de liberação controlada utilizados no Brasil, o qual possui grânulos completamente revestidos pelo polímero elástico chamado Poligen® (FIGURA 2). A liberação de seus nutrientes ocorre por processo de difusão que garante sua disponibilização de forma adequada às exigências das culturas, minimizando as perdas por lixiviação e os efeitos nocivos de salinidade. Especialmente na linha Basacote Plus®, cada grânulo contém os nutrientes mais importantes e necessários para o crescimento e o perfeito desenvolvimento das plantas. O tempo de liberação dos nutrientes é de até nove meses. Seu uso é bastante prático, pois é necessária apenas uma única aplicação no preparo do substrato, misturando de forma que o resultado final seja bem homogêneo (COMPO EXPERT, 20-?).

Figura 2 – Grânulo do fertilizante de liberação controlada



Grânulo de fertilizante com recorte do Polímero Elástico.

Fonte: COMPO EXPERT, [20-?]

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O experimento foi realizado nos períodos de janeiro a julho de 2019, em telado utilizando sombrite com 50% de sombreamento, localizado no setor de fruticultura do Instituto de Ciências Agrárias (ICA), da Universidade Federal de Minas

Gerais (UFMG), na região do município de Montes Claros – MG (latitude 16°40'53.9'' S e longitude 43°50'23.7''W). A classificação climática da região, segundo Köppen, é classificada como Aw, clima tropical com estação chuvosa no verão e seca de inverno.

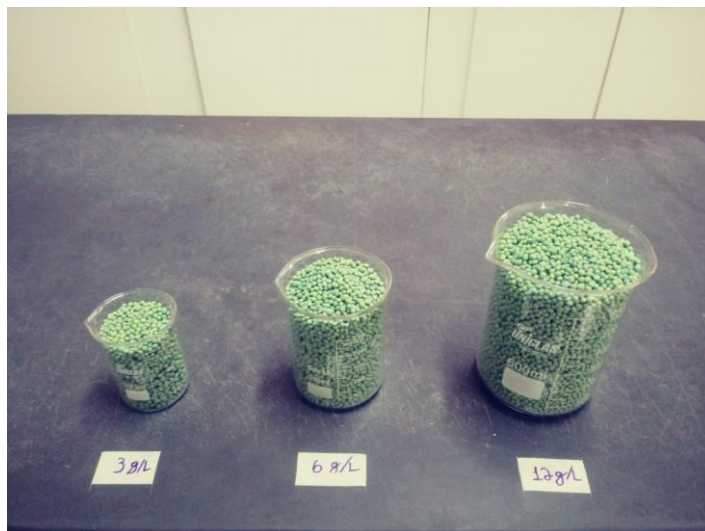
3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, composto por cinco tratamentos, quatro repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos foram constituídos por doses crescentes de um fertilizante de liberação controlada com nome comercial Basacote Plus 9M®, nas doses 0, 3, 6 e 12 g/L de substrato, além do tratamento testemunha representado pela mistura de adubos convencionais.

3.3 Condução do Experimento

No experimento foi utilizado o substrato comercial Bioflora (Plant Ciclos – CS), composto por casca de Pinus/Eucalipto, fibra coníferas, palha de arroz, turfa, rocha calcária e super simples amoníaco, com as seguintes características: umidade a 60%; pH 5,5; densidade 0,30; capacidade de retenção de água 150%; CE 1,0. Esse substrato foi misturado com as três doses do adubo de liberação controlada, Basacote Plus 9M® (FIGURA 3), que possui as seguintes garantias: 16% de N (7,4% N-nítrico + 8,6% de N-amoniaco); 8% de P₂O₅; 12% de K₂O; 2% de Mg; 5% de S; 0,4% de Fe; 0,02% de B; 0,02% de Zn; 0,05% de Cu; 0,06% de Mn e 0,015% de Mo (COMPO EXPERT, 20-?). O tratamento testemunha foi composto da seguinte mistura de adubos: sulfato de amônio (20% N-amoniaco e 24% de S), ureia (46% de N), cloreto de potássio (60% de K₂O), sulfato de magnésio (9% de Mg e 12% de S), Mastermins (3% de N, 15% de P₂O₅, 18% K₂O, 1,0% de Mg; 0,02% de B; 0,02% de Zn; 0,03% de Cu; 1,0% de Mn e 0,015% de Mo) e P-51 (1% de N e 51% de P₂O₅). As quantidades do fertilizante de liberação controlada a serem aplicadas foram calculadas com base no volume do recipiente, sacola plástica (3,8 L).

Figura 3 – Quantidade de fertilizante de liberação controlada da marca comercial Basacote Plus 9M®, utilizado para adubar 60,8 litros (volume total de substrato para cada tratamento) na dose de 3, 6 e 12 g/L



Fonte: Do autor, 2019

As mudas de citrumelo ‘Swingle’ utilizadas no experimento foram obtidas no viveiro de mudas da UFMG, localizado no setor de Fruticultura do Instituto de Ciências Agrárias (ICA). Foram selecionadas 80 mudas em tubetes na fase de repicagem com tamanhos uniformes e 120 dias de idade. A repicagem foi realizada colocando-se uma muda por sacola plástica de 3,8 litros.

A adubação convencional (testemunha) foi realizada semanalmente e as irrigações foram realizadas manualmente com o auxílio de uma mangueira na qual foi conectado um chuveiro, utilizando água de poço tubular do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Esse sistema foi utilizado para todas as plantas durante todo o período experimental. As amostras de água de irrigação foram coletadas e enviadas para o laboratório da empresa Campo para análises químicas (TABELA 2).

Tabela 2 – Análise química da água de irrigação do viveiro de mudas

pH	CE	Salinidade	HCO ₃	CO ₃	Ca	Mg	K	Na	RAS
	mS/cm	‰			total	total	total	total	
7,69	0,444	0,18	256,79	<1	82,59	5,56	0,91	17,4	0,61

Legenda: pH – potencial hidrogeniônico; CE – Condutividade elétrica; HCO₃ – Bicarbonato; CO₃ – carbonato; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; K – Potássio; Na – Sódio; RAS – Razão adsorção de sódio.

Fonte: Do autor, 2021

Figura 4 – Disposição do experimento na bancada do viveiro



Fonte: Do autor, 2019

3.4 Coleta dos Dados

Foram realizadas cinco avaliações ao longo do experimento, uma no momento da repicagem, e, as demais, aos 0, 15, 60, 105 e 150 dias após a repicagem. No momento da repicagem e até 105 dias, foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas (cm), diâmetro de caule (mm) e número de folhas. A altura das plantas (cm) foi medida com uma fita métrica, do nível da superfície do substrato até ápice do caule, enquanto o diâmetro do caule aos três centímetros da superfície do substrato, utilizando um paquímetro digital (mm). O número de folhas foi mensurado a partir de folhas totalmente expandidas.

Na avaliação final, aos 150 dias da repicagem, além das avaliações já mencionadas, foram determinados diâmetro de caule no ponto de enxertia (mm), comprimento de raiz principal (cm) e volume de raiz (mL), massa seca das folhas (g), do caule (g) e da raiz (g). O diâmetro no ponto de enxertia foi determinado a 10 cm do colo da planta, utilizando paquímetro digital (mm) e o comprimento de raiz principal (cm), mensurado do colo até a ponta da raiz, foi realizado com régua graduada. O volume de raízes foi obtido com a imersão destas numa proveta com volume de água conhecido, levando ao deslocamento de água que era medido e correspondia ao volume radicular. A massa seca das folhas, caule e raiz foi determinada a partir da secagem dos

órgãos em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, até alcançar peso constante, em seguida foi feito a pesagem do material em balança analítica de precisão. A soma da massa seca das folhas e caule determinou a massa da parte aérea, que, acrescentando a massa seca das raízes alcançou a massa seca total da planta. Ainda, foi feito a relação parte aérea e raízes, por meio da divisão entre a massa seca da parte aérea e do sistema radicular.

3.5 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$). As médias dos tratamentos, em cada variável, foram comparadas com a média do tratamento testemunha pelo teste Dunnett. O efeito das doses do adubo foi ajustado às equações de regressão linear simples e múltipla. Utilizou-se o programa Rstudio para as análises.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram testados 10 modelos de regressão múltipla (TABELA 3). Para a escolha dos melhores modelos ajustados para a superfície resposta foram considerados os valores de R^2_{aj} , AIC e BIC (TABELA 4). O modelo 10 foi selecionado por apresentar maior R^2_{aj} , menor AIC e BIC, para as variáveis altura, diâmetro e número de folhas (TABELA 4). Verificou-se eficiência nos ajustes do modelo de regressão múltipla com R^2 superior a 0,98 para todas as variáveis (GRÁFICO 1).

Tabela 3 - Modelos de regressão múltipla testados para descrever caracteres quantitativos em plantas de Citrumelo ‘Swingle’ em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem

Modelos	Função
1	$z_i = a + bx_i + e_i$
2	$z_i = a + by_i + e_i$
3	$z_i = a + bx_i + cy_i + e_i$
4	$z_i = a + bx_i + cx_i^2 + dy_i + e_i$
5	$z_i = a + bx_i + cy_i + dy_i^2 + e_i$
6	$z_i = a + bx_i + cx_i^2 + dy_i + fy_i^2 + e_i$
7	$z_i = a + bx_i + cy_i + dx_iy_i + e_i$
8	$z_i = a + bx_i + cx_i^2 + dy_i + fx_iy_i + e_i$
9	$z_i = a + bx_i + cy_i + dy_i^2 + fx_iy_i + e_i$
10	$z_i = a + bx_i + cx_i^2 + dy_i + fy_i^2 + gx_iy_i + e_i$
11	$z_i = a + bx_i + cx_i^2 + dy_i + fy_i^2 + gx_iy_i + hx_i^2y_i + e_i$
12	$z_i = a + bx_i + cx_i^2 + dy_i + fy_i^2 + gx_iy_i + hx_iy_i^2 + e_i$

Fonte: VALADARES; TRINDADE, 2021

Tabela 4 - Avaliadores da qualidade do ajuste na avaliação de 12 modelo de regressão para a altura de plantas (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF) em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem

Modelos	ALT			DIAM			NF		
	R ² aj	AIC	BIC	R ² aj	AIC	BIC	R ² aj	AIC	BIC
1	0,74	607,10	623,78	0,91	154,55	171,22	0,63	503,92	520,60
2	0,76	602,10	621,16	0,95	131,82	150,87	0,70	490,00	509,06
3	0,85	579,55	598,60	0,91	151,61	170,66	0,76	480,25	499,31
4	0,88	571,21	592,64	0,95	127,01	148,44	0,85	459,37	480,81
5	0,73	608,12	627,17	0,92	147,85	166,90	0,60	505,91	524,97
6	0,75	603,02	624,46	0,96	121,72	143,15	0,68	491,99	513,43
7	0,84	580,12	601,56	0,92	144,32	165,75	0,74	482,24	503,68
8	0,87	571,58	595,40	0,97	115,73	139,55	0,84	461,36	485,18
9	0,86	573,49	599,69	0,97	116,88	143,08	0,83	463,16	489,36
10	0,97	536,85	563,05	0,99	103,00	129,20	0,97	424,07	450,27
11	0,97	538,72	567,30	0,99	103,97	132,56	0,97	425,75	454,33
12	0,97	551,46	575,28	0,99	120,11	143,93	0,97	438,03	461,85

Fonte: VALADARES; TRINDADE, 2021

Para as características avaliadas ao longo do tempo verificou-se que as doses do adubo de liberação controlada não diferiram da testemunha até os 60 dias para altura de plantas e até os 105 dias para diâmetro e número de folhas (TABELA 5). Ao final do experimento, na altura de plantas e número de folhas, todas as concentrações do fertilizante no substrato proporcionaram resultados inferiores em relação à mistura de adubos, a exceção da dose 6 g/L, que não diferiu da testemunha. Já o diâmetro do caule, somente a dose 12 g/L, a partir de 105 dias, que permitiu menor crescimento comparado à adubação convencional.

A altura de plantas foi a característica mais impactada precocemente pelas doses do adubo de liberação controlada, tendo as doses zero e máxima comprometido o crescimento a partir dos 60 dias após a repicagem. A dose 6 g/L permitiu o maior comprimento do caule, atingindo, ao final, quase 80 cm (GRÁFICO 1a). No diâmetro, as doses 3 e 6 g/L proporcionaram crescimento maior ao longo do tempo, enquanto a maior dose apresentou o menor resultado (GRÁFICO 1b). O número de folhas, semelhante à altura de plantas, teve como destaque a dose 6 g/L e com doses extremas limitando a emissão de folhas ao longo das avaliações (GRÁFICO 1c). Resultado semelhante foi encontrado em trabalho com mudas de tamarindo e adubadas com 6,0 g/L de fertilizante de liberação lenta (Osmocote® 15-10-10), que promoveu o maior crescimento das mudas (Mendonça *et al.*, 2008).

Os resultados indicam a necessidade de se estabelecer a dose correta do adubo de liberação controlada, pois doses pequenas ou excessivas podem comprometer o crescimento das plantas. As menores doses (0 e 3 g/L) pode ter causado uma nutrição deficiente do porta-enxerto, enquanto que a maior (12 g/L) pode levar a desequilíbrios nutricionais e estresse por salinidade. Resultados semelhantes foram obtidos por BRONDANI *et al.*, (2008) ao testar doses crescentes do fertilizante de liberação lenta no crescimento inicial de mudas de angico-branco, no qual constataram que a menor dose de adubação obteve as menores respostas em altura de plantas e número de folhas e que o maior nível (5000 mg dm⁻³) ocasionou perdas no incremento das mudas. O efeito das doses extremas é primeiro observado na redução da altura de plantas, como já relatado em outros estudos. FERRARI *et al.*, (2016) e PIAS *et al.*, (2013) trabalhando com o mesmo fertilizante de liberação lenta aplicado na produção de mudas de *Tabernaemontana catharinensis* e *Apuleia leiocarpa*, observaram que doses extremas causaram efeitos negativos no crescimento das mudas. Ao longo do tempo, esses efeitos

se acentuam e são notados em outras características de crescimento, como diâmetro e número de folhas emitidas. Isso demonstra, para uso de doses menores de adubo, que a demanda por nutrientes acompanha a curva de crescimento das mudas cítricas (NATALE *et al.*, 2018; RESENDE *et al.*, 2010) ou, para doses elevadas, que plantas que vão se desenvolvendo sobre substrato com excesso de adubo passam cada vez mais a sofrerem os efeitos do desequilíbrio nutricional e da salinidade, podendo resultar em problemas semelhantes aos provocados por enfermidades ou herbicidas (KNAPIK, 2005).

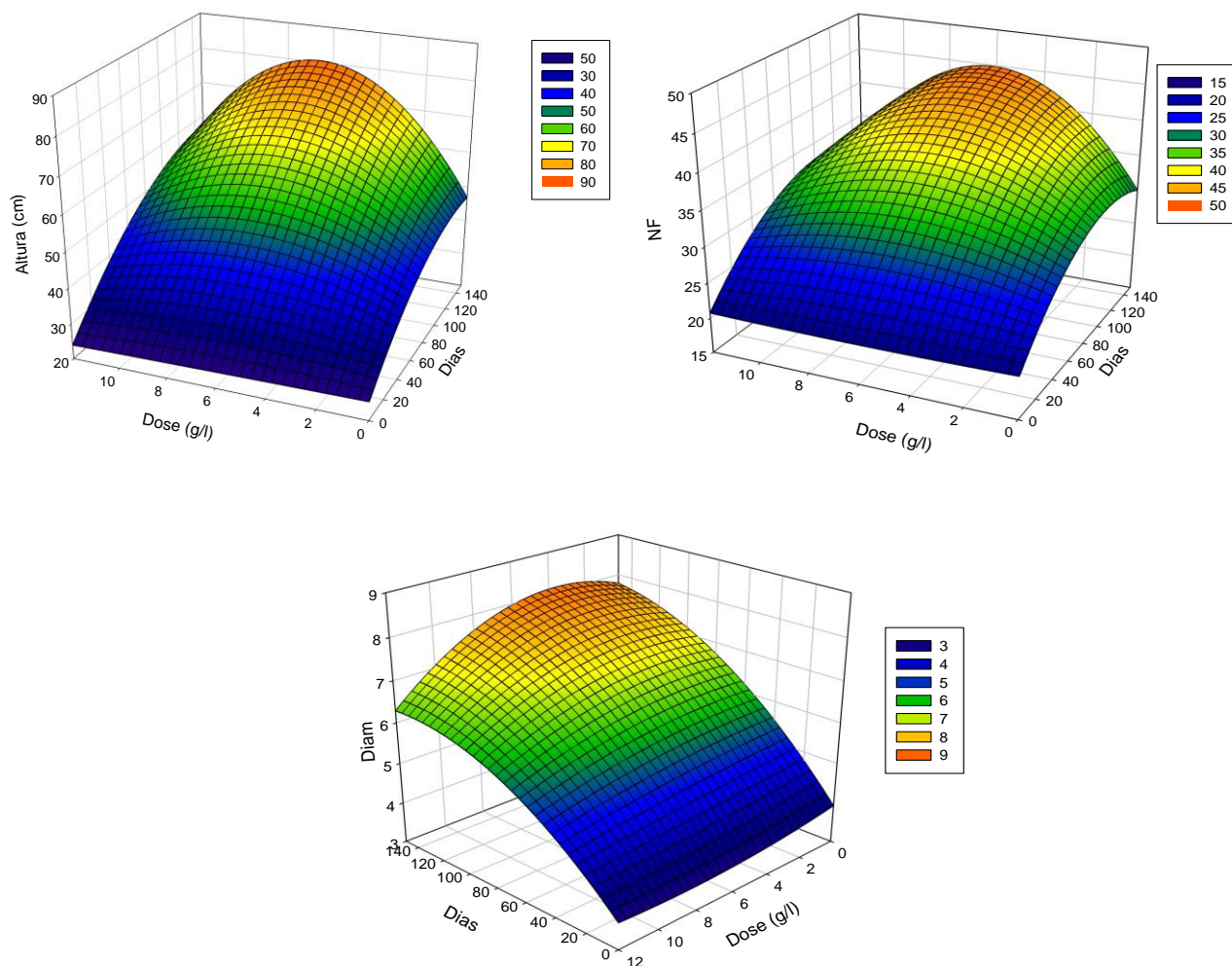
Tabela 5 – Média da altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM) e número de folhas (NF) de Citrumelo ‘Swingle’ adubados com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e convencional (TT), avaliados em diferentes épocas após a repicagem

Variáveis	Dias	Doses (g/L)				TT
		0	3	6	12	
ALT (cm)	0	26.38	26.22	27.22	26.6	27,32
	15	29.09	28.74	29.62	28.2	31,54
	60	40.13*	52.54	50.91	41.34*	55,07
	105	44.38*	67.03	72.67	55.61*	77,59
	150	47.3*	70.09*	77	57.68*	83,99
DIAM (mm)	0	3.97	3.92	3.78	3.74	3,91
	15	4.34	4.23	4.23	4.1	4,26
	60	6.43	6.25	5.9	5.32	6,33
	105	7.36	7.4	7.36	6.19*	8,03
	150	7.69	7.98	8.11	6.26*	8,73
NF (Folhas/muda)	0	21.69	21.38	22.31	21.44	21,81
	15	23.81	22.75	23.94	22.69	25,19
	60	29.25	33.5	34.81	29.38	34,88
	105	31.94*	40.06	44.06	34.63*	44,81
	150	30.06*	40.75*	43.94	30.44*	47,31

Médias seguidas de * na linha se diferem significativamente da testemunha pelo teste Dunnett ao nível de 5% de significância

Fonte: VALADARES; TRINDADE, 2021

Gráfico 1 – Superfícies resposta para as características (a) altura de plantas (Altura), (b) diâmetro do caule (Diam) e (c) número de folhas (NF) em função das doses de fertilizante de liberação controlada e das épocas de avaliação



Fonte: VALADARES; TRINDADE, 2021

Aos 150 dias após a repicagem foi verificado que a dose 6 g/L não diferiu da adubação convencional para nenhuma característica de crescimento, enquanto as doses extremas, principalmente 12 g/L, limitaram de forma significativa o desenvolvimento do porta-enxerto quando comparado à aplicação da mistura de adubos (TABELA 6 e FIGURAS 5 e 6). A dose de 3g/L promoveu menor altura de plantas, número de folhas e massa seca das folhas em relação à adubação convencional, que são atributos importantes associados à qualidade das mudas. Para GOMES *et al.*, (2002) e SOMAVILLA *et al.*, (2014) a altura de plantas é uma característica biométrica importante para a estimar o padrão de qualidade de mudas. Portanto, tanto ao longo do

experimento quando ao seu final, a adubação com 6 g/L e a convencional proporcionaram uma nutrição adequada das mudas.

Tabela 6 – Médias da altura de plantas (ALT), diâmetro do caule (DIAM), diâmetro do caule no ponto de enxertia (DIAME), número de folhas (NF), comprimento de raiz principal (COMPR), volume de raiz (VOLR), matéria seca de folhas (MSF), matéria seca de caule (MSC), matéria seca de raiz (MSR), matéria seca de parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MS Planta) de Citrumelo ‘Swingle’ adubados com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e convencional (TT), aos 150 dias após a repicagem.

Variáveis	Doses (g/L)				TT
	0	3	6	12	
ALT (cm)	47.30*	70.09*	77,00	57.68*	83,99
DIAM (mm)	7.69	7.98	8.11	6.26*	8,73
DIAME (mm)	3.89*	5.32	5.62	4.46*	6,07
NF (folhas/muda)	30.06*	40.75*	43.94	30.44*	47,31
COMPR (cm)	40.56	39.07	38.47	37,00	39,73
VOLR (mL)	14.75	19.38	16.25	11.13*	18,50
MSF (g)	2.05*	4.47*	5.57	3.79*	6,94
MSC (g)	3.93*	6.96	8.13	5.48*	10,75
MSR (g)	4.38	5.50	4.78	3,00*	5,41
MSPA (g)	5.98*	11.43	13.70	9.26*	17,68
MS Planta (g)	10.36*	16.93	18.48	12.26*	23,09

Médias seguidas de * na linha se diferem significativamente da testemunha pelo teste Dunnett ao nível de 5% de significância

Fonte: VALADARES; TRINDADE, 2021

Figura 5 – Citrumelo ‘Swingle’ adubados com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e convencional, aos 150 dias após a repicagem.



Fonte: Do autor, 2021

Figura 6 – Sistema radicular das mudas do Citrumelo ‘Swingle’ adubados com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada e convencional, aos 150 dias após a repicagem.

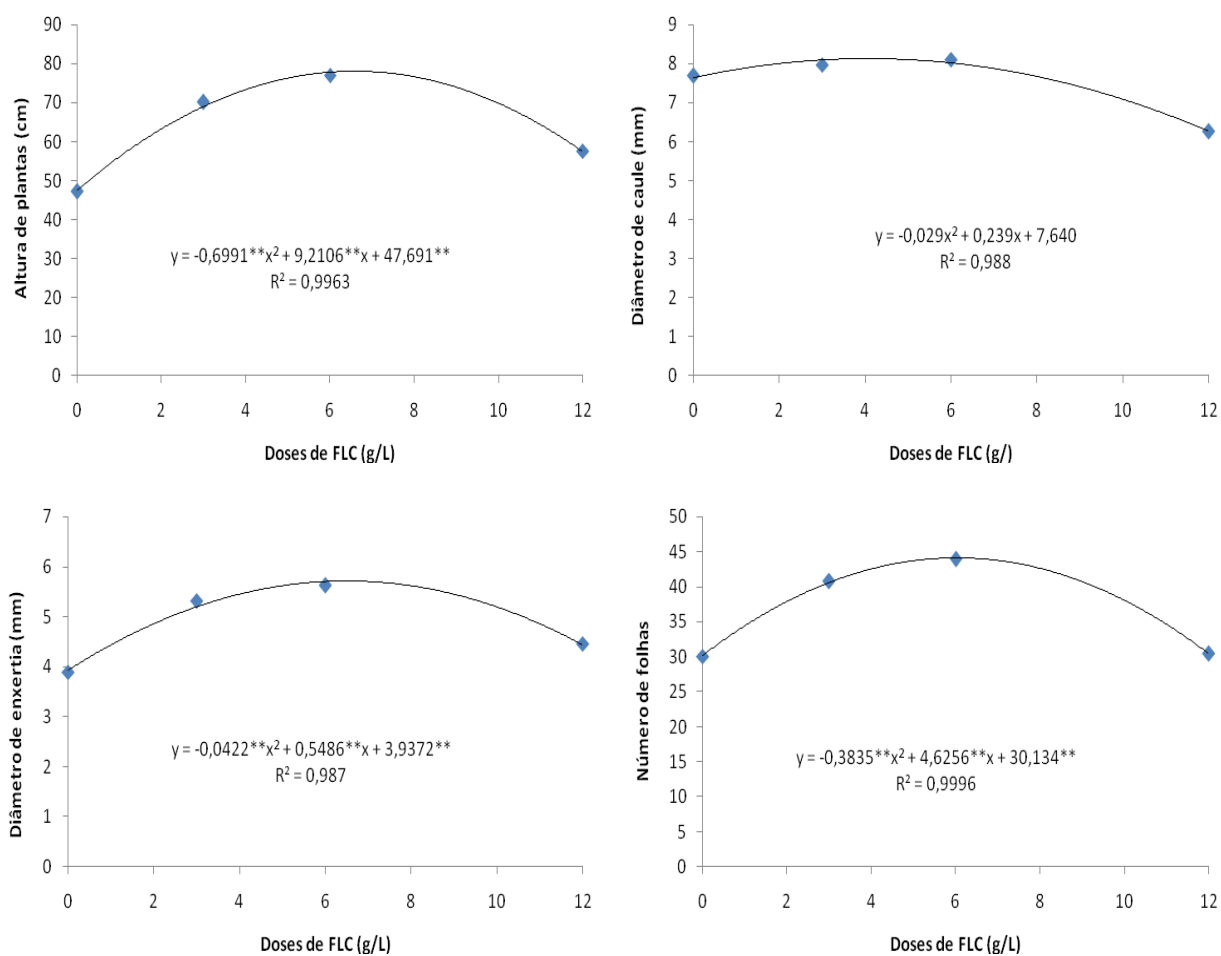


Fonte: Do autor, 2021

Na altura de plantas, diâmetros de caule e no ponto de enxertia e número de folhas foram verificados um comportamento quadrático em relação ao aumento das doses do adubo, com a concentração de máxima eficiência técnica, respectivamente de 6,67, 4,12, 6,5 e 6,02 g/L de substrato (GRÁFICO 2). Resultado semelhante foi constatado em outros trabalhos com adubos de liberação lenta em mudas frutíferas, indicando que o aumento das doses do fertilizante promoveu aumento do crescimento das plantas até determinado ponto (respectivamente, 4,0, 3,0 e 6,0 g/L), seguindo de declínio (COSTA *et al.*, 2011; ELLI *et al.*, 2013; MENDONÇA *et al.*, 2007).

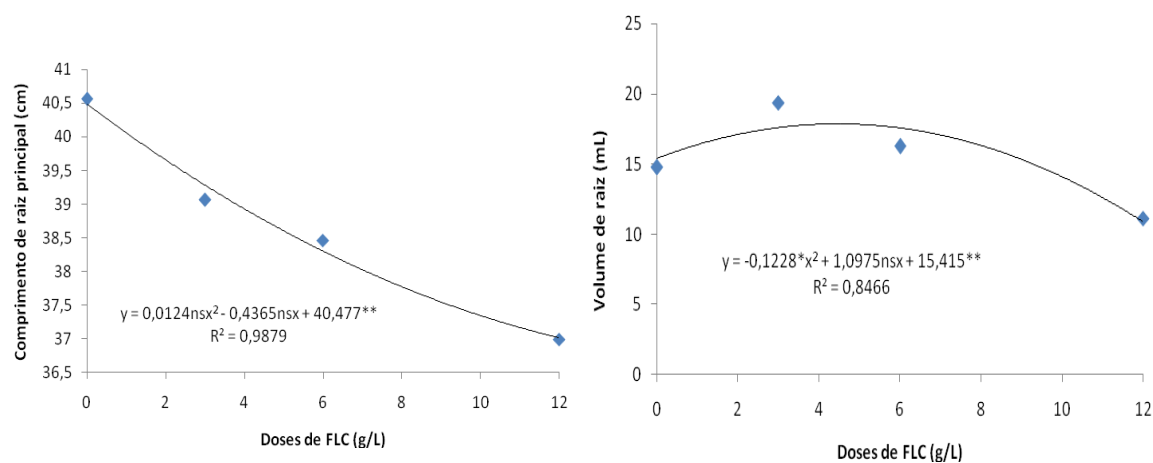
Quanto ao sistema radicular, o comprimento da raiz principal, média de 38,77 cm, não apresentou efeito significativo, apresentando pouca variação entre as doses aplicadas (GRÁFICO 3). Entretanto, o volume de raízes teve comportamento quadrático com a dose 4,57 g/L para a máxima eficiência técnica (GRÁFICO 3). A ausência de efeito dos tratamentos no comprimento da raiz principal pode estar relacionada ao tamanho limitado do recipiente, que cessou o crescimento da raiz antes de ocorrer influência das doses do adubo. Já o volume foi bastante alterado, principalmente pela dose 12 g/L, o que pode ter causado estresse salino, inibindo o crescimento das raízes secundárias.

Gráfico 2 – Altura de plantas, diâmetro do caule, diâmetro de caule no ponto de enxertia e número de folhas de Citrumelo ‘Swingle’ em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem



Fonte: VALADARES; TRINDADE, 2021

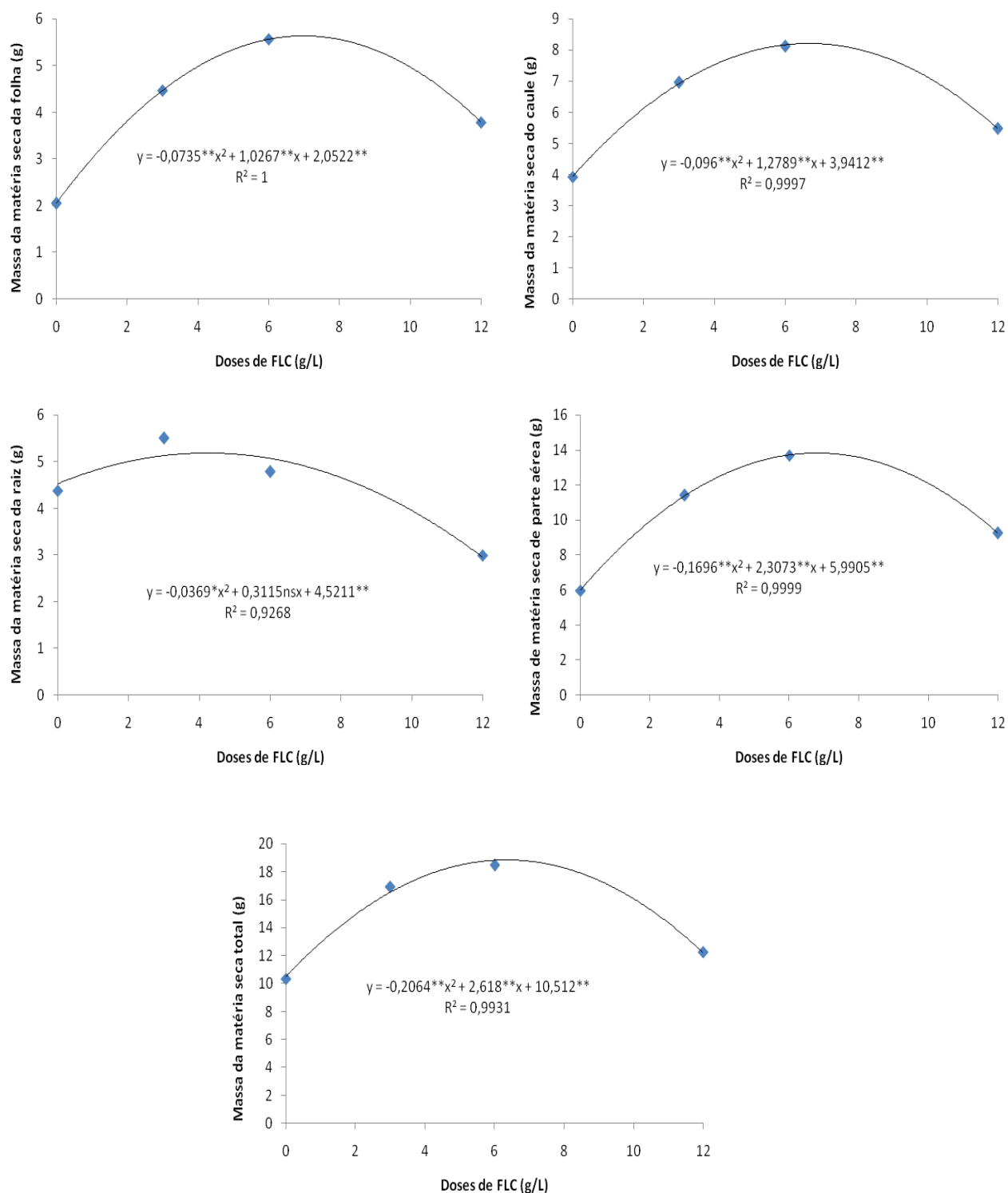
Gráfico 3 – Volume de raiz do Citrumelo ‘Swingle’ em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem.



Fonte: VALADARES; TRINDADE, 2021

A massa seca das folhas, caule, raiz, parte aérea e planta tiveram comportamento quadrático, com efeito positivo até a dose do adubo, respectivamente, de 6,80, 6,30, 4,20, 6,80 e 6,30 g/L (GRÁFICO 4). A partir dessas doses, houve comprometimento do desenvolvimento das plantas, sendo que a dose máxima (12 g/L) reduziu de forma significativa o crescimento das mudas (FIGURA 7c) com menor incremento em matéria seca. De forma geral, esses resultados seguem a mesma tendência dos descritos anteriormente, indicando que doses menores foram insuficientes para nutrir as plantas, enquanto que a maior dose causou desequilíbrios nutricionais e estresse salino, influenciando negativamente no crescimento das plantas. Estudos com mudas de frutíferas descrevem tal comportamento, demonstrando a necessidade de investigação para determinar a melhor quantidade de fertilizante de liberação controlada ou lenta que garanta a produção de mudas de qualidade em menor tempo possível. Em outro estudo, MENDONÇA *et al.*, (2007) ao avaliar os efeitos de diferentes doses de Osmocote na produção de mudas de tamarindeiro, verificaram que a melhor resposta da matéria seca da parte aérea, da raiz e total foram obtidas até as doses, respectivamente, de 8,89, 4,28 e 6,80 g/L.

Gráfico 4 – Massa seca de folhas, caule, raízes, parte aérea e planta de Citrumelo ‘Swingle’, em função das doses crescentes de fertilizante de liberação controlada, aos 150 dias após a repicagem



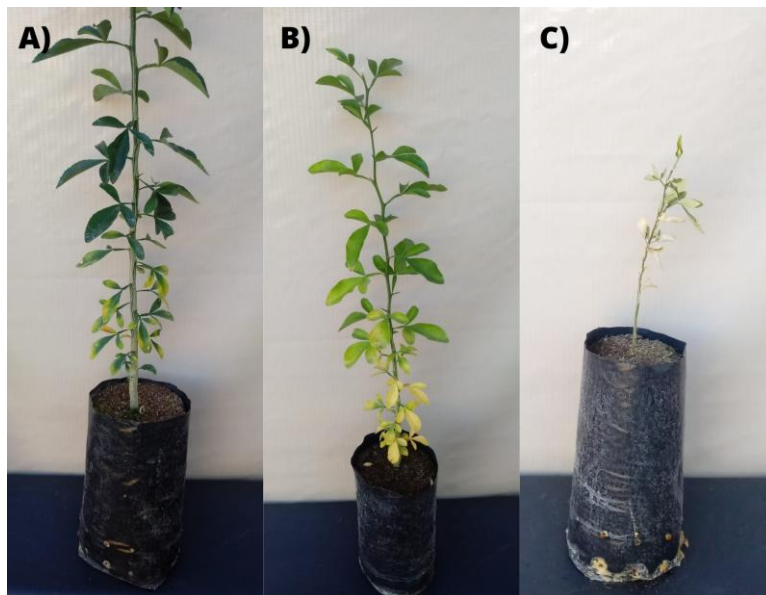
Fonte: VALADARES; TRINDADE, 2021

Aos 150 dias após a repicagem, todas as plantas apresentaram sintomas visuais de deficiência nutricional, independente do tratamento utilizado (FIGURA 7). O sintoma visual mais comum em todos os tratamentos foi à presença nas folhas maduras de áreas cloróticas internervais, que progridem do centro para a extremidade do limbo, formando o chamado V invertido, o que caracteriza deficiência de magnésio (MATTOS JÚNIOR, et al., 2014). Esse sintoma foi mais intenso nos tratamentos 0 e 3 g/L, enquanto que nos tratamentos 6 g/L e testemunha (FIGURA 7a) foram mais leves. Além do sintoma de deficiência Mg no tratamento zero, este apresentou outros sintomas, como, principalmente, a deficiência de N, caracterizado pelo amarelecimento das folhas velhas (FIGURA 7b). Entretanto, na maior dose do adubo de liberação controlada, o porta-enxerto teve seu comportamento mais comprometido pelo elevado estresse salino do fertilizante, o que determinou o crescimento reduzido e a derriça precoce de folhas (FIGURA 7c).

A deficiência de Mg pode ser justificada em função da qualidade da água de irrigação das mudas, que contém concentração de cálcio associado aos bicarbonatos. O cálcio presente na água de irrigação é depositado em quantidade excessiva no substrato, o que pode deslocar o potássio, magnésio e amônio dos colóides do substrato. O deslocamento dos nutrientes pode levar a sua lixiviação, que é acentuada na produção de mudas em recipientes, em função das frequentes irrigações. Além disso, o excesso de Ca no substrato pode inibir a absorção pela planta do K e Mg, por meio do processo de interação entre íons, denominado inibição competitiva (SILVA; TREVIZAM, 2015).

Desta forma, o Ca pode ter gerado desequilíbrios na absorção de Mg pelo porta-enxerto, expresso nos sintomas visuais contestados. Entretanto, sintomas visuais de deficiência de K e N, na dose de 3 e 6 g/L dos adubos de liberação controlada e convencional, não foram verificados. Isso pode ser explicado pelos teores altos de K e N nos adubos, suprindo adequadamente as necessidades do Citrumelo 'Swingle'. Quanto à dose zero, sintomas de deficiência de N foram verificados tão intensamente, que ficou impossível detectar a sintomatologia da carência de K.

Figura 7 – Sintomas de deficiências nutricionais e estresse salino em Citrumelo ‘Swingle’, aos 150 dias após a repicagem nos tratamentos (A) testemunha – sintoma em folhas velhas de Mg, (B) 0 g/L – sintoma em folha velha de nitrogênio e (C) 12 g/L – sintoma de estresse salino.



Fonte: Do autor, 2021

Figura 8 – Sintomas de deficiências nutricionais em Citrumelo ‘Swingle’, aos 150 dias após a repicagem nos tratamentos (A) 6 g/L- sintoma em folhas velhas de Mg, (B) 3 g/L - sintoma em folhas velhas de Mg



Fonte: Do autor, 2021

5 CONCLUSÕES

- 1) O Basacote Plus 9M® na dose 6 g por litro de substrato proporciona crescimento adequado do porta-enxerto Citrumelo ‘Swingle’, entre a fase de repicagem e enxertia.
- 2) Doses acima de 7 g por litro de substrato de Basacote Plus 9M® reduzem o crescimento do porta-enxerto Citrumelo ‘Swingle’, entre a fase de repicagem e enxertia.

REFERÊNCIAS

- Academia do plantio**, Quais os tipos de fertilizantes mais utilizados na agricultura? 2019. Disponível em:<<https://academiadoplantio.fertisystem.com.br/tipos-defertilizante/>> Acesso em: 14 de outubro de 2020.
- ALMEIDA, L. V. B.; MARINHO, C. S.; MUNIZ, R. A.; CARVALHO, A. J. C. Disponibilidade de nutrientes e crescimento de porta-enxertos de citros fertilizados com fertilizantes convencionais e de liberação lenta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol.34 no.1, Mar. 2012. Disponível em:<https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452012000100038&script=sci_arttxt> Acesso em 14 de outubro de 2020
- ALMEIDA, R. F. de.; SANCHES, B. C. Fertilizantes nitrogenados com liberação lenta e estabilizada na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, 2012. Disponível em:<<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1840>> Acesso em: 14 de outubro de 2020
- ALMEIDA, U. O.; NETO, R. C. A.; ARAUJO, J. M.; COSTA, D. A.; JÚNIOR, D. L. T. Fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas frutíferas. **SAJEBTT**, Rio Branco, v.6, n. 1, p. 518-527, 2019. Disponível em:<<https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2188/1584>> Acesso em: 14 de outubro de 2020
- ALVES, G. A. R.; AVIZ, R. O.; BORGES, L. S. Laranja - Panorama nacional da produção. **Revista Campos&Negócios**, Uberlândia, 2019. Disponível em:<<https://revistacampoenegocios.com.br/laranja-panorama-nacional-da-producao/>> Acesso em: 30 de setembro de 2020
- BASTOS, D. C; FERREIRA, E. A; PASSOS, O. S; FERREIRA DE SÁ, J; ATAÍDE, E. M; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **EMBRAPA**, Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, jul./ago. 2014. Disponível em:<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1007492/1/Debora214.pdf>> Acesso em: 09 de Outubro de 2020

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; FERREIRA DE SÁ, J.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. **Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira.** EMBRAPA, Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.35, n.281, p.36-45, jul./ago. 2014 Disponível em:<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1007492/1/Debora214.pdf>> Acesso em: 09 de Outubro *apud* POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D. de; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agronômico: Fundag, 2005. p.61-104.

BRONDANI, G. E.; SILVA, A. J. C.; REGO, S. S.; GRISI, F. A.; NOGUEIRA, A. C.; WENDLING, I.; DE ARAUJO, M. A. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico-branco. **Scientia Agraria**, vol. 9, núm. 2, 2008, pp. 167-176, Paraná, Brasil. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/pdf/995/99516825006.pdf>> Acesso em: 14 de outubro de 2020

CARVALHO, S. A.; SETIN, D. W. **Propagação comercial de plantas cítricas.** In: FERREIRA, E. A. Citricultura - Informe agropecuário 281. Local: Epamig, jun./ago.2014.

CITROLIMA, 2005. Disponível em:< <http://www.citrolima.com.br/portaenxertos/swingle.htm>> Acesso em: 14 de outubro de 2020

CitrusBR, 2020. Disponível em:< <http://www.citrusbr.com/noticias/?id=312980>> Acesso em: 07 de março de 2021.

COSTA, A. C.; DE CARLOS NETO, A.; RAMOS, J. D.; BORGES, D. I. Alternativas para adubação de porta-enxertos de abacateiro ‘Quintal’ e seu efeito no pegamento de enxertia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1283-1293, 2011. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n4/v33n4a29.pdf>> Acesso em: 12 de março de 2021.

DE OLIVEIRA, R. Pe.; SCIVITTARO, W. B. Comparação de custos de sistemas de adubação para mudas de citros: fontes liberação lenta x solúveis. **Embrapa Clima Temperado-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2002. Disponível em:< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/744401/1/comunicado74.pdf>> Acesso em: 08 de março de 2021.

DIAS, M. J. T.; DE SOUZA, H. A.; NATALE, W. ; MODESTO, V. C.; ROZANE, D. E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 33, núm. 1, 2012, pp. 2837-2847, Londrina, Brasil. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744117031.pdf>> Acesso em: 14 de outubro de 2020

ELLI, E. F.; CARON, B. O.; MONTEIRO, G. C.; PAVAN, M. A.; PEDRASSANI, M.; CANTARELLI, E. B.; ELOY, E. Osmocote© no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n. 4, p. 377-384, 2013. Disponível em:< <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/257/208>> Acesso em: 12 de março de 2021.

FELETTI, T. A. **Efeito do volume de recipientes e adubação na qualidade de mudas de *Paratecoma peroba* (Record) Kuhl**m. 2018. 55f. Monografia (Engenharia Florestal) - Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2018. Disponível em:<http://www.florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc_thais_arao_feletti.pdf> Acesso em: 14 de outubro de 2020

FERRARI, M.; CANTARELLI, E. B.; DE SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R.; DE PELEGRI, A. J.; SZARESKI, V. J.; PELISSARI, G. Influência de fertilizante de liberação controlada em mudas de *Tabernaemontana catharinensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 543-547, 2016. DOI: 10.4336/2016.pfb.36.88.968. Disponível em:< <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/968/548>> Acesso em: 12 de março de 2021.

FOCHESATO, M. L., SOUZA, P. V. D. D., SCHÄFER, G., MACIEL, H. S. (2007). Crescimento vegetativo de porta-enxertos de citros produzidos em substratos comerciais. **Ciência Rural**, 37(4), 970-975. Disponível em:< https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782007000400008&script=sci_arttext&> Acesso em: 27 de fevereiro de 2021.

Folder Basacote® Plus 9M. **COMPO EXPERT**. [20-?] Disponível em:<<https://www.compo-expert.com/pt-BR/produtos/basacote-plus-9m-16-8-122>> Acesso em: 14 de outubro de 2020

GIORGETTI, A. A.; CASTRO, G. S. A.; MANCUSO, M. A. C. Parcelamento de nitrogênio na adubação dos citros. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.4, n. especial, p.401-420, 2015. Disponível em:<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1025184/1/CPAFAP201acelamentodenitrogenio.pdf>> Acesso em: 14 de outubro de 2020

GOMES, J.M., COUTO, L., LEITE, H.G., XAVIER, A., GARCIA, S.L.R. 2002. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore** 26: 655-664. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v26n6/a02v26n6.pdf> Acesso em: 07 de março de 2021.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Propagación de plantas; principios y prácticas**. 3.ed. Compañia Editorial Continental, 1994.

IBGE, 2020. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2020_set.pdf> Acesso em: 08 de outubro de 2020

KNAPIK, J. G. Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella* BENTH e *Prunus sellowii* KOEHNE. 2005. 163p. (Dissertação) - Universidade federal do Paraná. Disponível em:< <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/2213/disserta%3f%3fo%20JULIA2%20GARCIA%20KNAPIK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 12 de março de 2021.

LIMA NETO, AJ; NATALE, W. ; MODESTO, VC Resposta de porta-enxertos de caramboleira à adubação com zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.4, p.1074-1082, 2015. Disponível em:< https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010029452015000401074&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 07 de março de 2021.

MATOS, M. **Desenvolvimento de fertilizante nano-estruturado para liberação lenta de nitrogênio**. 2017. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia. Disponível em:<http://www.tecnologia.ufpr.br/portal/pipe/wpcontent/uploads/sites/2/2016/03/Mails_on-de-Matos_Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 14 de outubro de 2020

MATOS, T. de. S.; NASCIMENTO, E. C. do.; GENUNCIO, G. da. C. Fertilizantes de liberação controlada: Quais as vantagens para o tomate? **Revista Campos&Negócios**, Uberlândia, 2020. Disponível em:<<https://revistacampoenegocios.com.br/fertilizantes-deliberacaocontroladaquaisasvantagensparaotomate/#:~:text=Existem%20tr%C3%A%rupos%20de%20fertilizantes,apresentando%20mecanismos%20distintos%20para%20ta>> Acesso em: 15 de outubro de 2020

MATTOS JÚNIOR, D.; BOARETTO, R. M.; ZAMBROSI, F. C. B.; QUAGGIO, J. A. **Nutrição de plantas cítricas**. In: FERREIRA, E. A. Citricultura - Informe agropecuário 281. Local: Epamig, jun./ago.2014.

MATTOS JUNIOR, D; DE NEGRI, J. D; FIGUEIREDO, J. O; POMPEU JUNIOR, J. CITROS: principais informações e recomendações de cultivo (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2005. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/43.pdf> Acesso em: 30 de setembro de 2020

MENDONÇA, V.; TOSTA, M. D. S.; MACHADO, J. R.; JÚNIOR, S. A. R. G; TOSTA, J. D. S.; BISCARO, G. A. (2007). Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Ciência e Agrotecnologia**, 31(2), 344-348. Disponível em:<https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141370542007000200012&script=sci_arttext&tlng=pt> Acesso em: 28 de fevereiro de 2021

MENDONÇA, V; ABREU, N. A. A; SOUZA, H. A; TEIXEIRA, G. A; HAFLE, O. M; RAMOS, J. D. Diferentes ambientes e Osmocote® na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 391-397, 2008. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n2/07.pdf>> Acesso em: 15 de outubro de 2020.

Minas Gerais é destaque na produção de citros. **Agência minas**, 2019. Disponível em:<<http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/minas-gerais-e-destaque-na-producao-de-citros>> Acesso em: 08 de outubro de 2020

NATALE, W., LIMA NETO, A. J. D., ROZANE, D. E., PARENT, L. E., CORRÊA, M. C. D. M. (2018). Mineral nutrition evolution in the formation of fruit tree rootstocks and seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 40(6). Disponível em:< https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452018000604001> Acesso em: 07 de março de 2021.

NEVES, M. F.; JANK, M. S.; LOPES, F. F.; TROMBIN, V. G.; FAVA, B. B.; BRUGNARO, R. Perspectivas da Cadeia Produtiva da laranja no Brasil: A Agenda 2015. **Livrozilla**, 2015. Disponível em:<<http://livrozilla.com/doc/966485/perspectivas-da-cadeia-produtiva-da-laranja-no-brasil--a>> Acesso em: 30 de setembro de 2020

PIAS, O. H. C.; CANTARELLI, E. B.; BERGHETTI, J.; LESCHEWITZ, R.; KLUGE, E. R.; SOMAVILLA, L. Doses de fertilizantes de liberação controlada no índice de clorofila e na produção de mudas de grábia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 19-26, 2013. DOI: 10.4336/2013.pfb.33.73.419. Disponível em:<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/419/pdf_33> Acesso em: 12 de março de 2021.

POMPEU JUNIOR, J; BLUMER S. Citrumelos como porta-enxertos para a laranjeira 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. vol. 46 no.1 Brasília Jan. 2011. Disponível em<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011000100014>Acesso em: 09 de outubro de 2020

REZENDE, C. F. A., FERNANDES, E. P., DA SILVA, M. F., LEANDRO, W. M. (2010). Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas cítricas cultivadas em ambiente protegido. **Bioscience Journal**, 26 (3). Disponível em:<<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7106/4849>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2021.

SANTOS, A. A importância da citricultura nacional. **CNA Brasil**, 2019. Disponível em: <<https://www.cnabrasil.org.br/noticias/a-importancia-da-citricultura-nacional>> Acesso em: 30 de setembro de 2020

SANTOS, P. L. F; PAIXÃO, A. P; SILVA, O. N. M; CASTILHO, R. M. M; FARIA, R. C; VIEIRA, N. C. S;. "**Doses de adubo de liberação lenta no crescimento inicial de mudas de tamarindo.**" *Nucleus* 15.1 (2018). Disponível em:<<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2800/2590>> Acesso em: 28 de fevereiro de 2021

SCHÄFER, G. **Produção de porta-enxertos cítricos em recipientes e ambientes protegido no Rio Grande do Sul**. 2004. 144f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2004. Disponível em:<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4307/000455088.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 09 de outubro de 2020

SEAPA, 2019. Disponível em:<<http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/2014-09-23-01-07-23/relatorios>> Acesso em: 08 de outubro de 2020

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. **Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro**. 2010. Disponível em:<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010029452010000300029> Acesso em 14 de outubro de 2020

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. 2015. Disponível em:< <http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/8C2796BCB76E0F9B83257E20006560E2/%24FILE/Page10-16-149.pdf>> Acesso em: 13 de março de 2021

SHARMA, G. C. Fertilizantes de liberação controlada e aplicações em horticultura. **Scientia Horticulturae**, vol. 11, Issue 2, 0. 107-129, 1979. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304423879900372> > Acesso em: 14 de outubro de 2020

SOMAVILLA, A.; CANTARELLI, E. B.; MARIANO, L. G.; ORTIGARA, C.; LUZ, F. B. da. Avaliações morfológicas de mudas de Cedro australiano submetidas a diferentes doses do fertilizante osmocotepplus®. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.5, n.4, p.493-498, Out./Dez. 2014. Disponível em:<<https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/305/291>> Acesso em: 15 de outubro de 2020

STÜPP, A. M.; NAVROSKI, M. C.; FELIPPE, D.; KNISS, D. D. C.; AMÂNCIO, J. C.; SILVA, M. A.; PEREIRA, M. O. **Crescimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth em diferentes tamanhos de recipientes e função de doses de fertilizantes**. Ecologia e Nutrição Florestal, vol. 3, no. 2. 2015. Disponível em:<<https://periodicos.ufsm.br/enflo/article/view/18613>> Acesso em: 14 de outubro de 2020

TEIXEIRA, P. C.; RODRIGUES, H. S.; LIMA, W. A. A.; ROCHA, R. N. C.; CUNHA, R. N. V.; LOPES, R. Influência da disposição dos tubetes e da aplicação de fertilizantes de liberação lenta, durante o pré-viveiro, no crescimento de mudas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* jacq.). **Ciência Florestal**, vol. 19, núm. 2, abril-junio, 2009, pp. 157-168 Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, Brasil, 2009. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53413091005>> Acesso em: 14 de outubro de 2020

TOMAZ, M. A; AMARAL, J. F. T; RODRIGUES, W. N; MARTINS, L. D; CANDIDO, A. O. **Metodologias de determinação das principais variáveis morfológicas do sistema radicular do cafeeiro**. Tópicos Especiais em Produção Vegetal III. Capítulo 13. P: 363. Disponível em:<<https://phytotecnics.com/content/files/livro04-01.pdf>> Acesso em: 15 de outubro de 2020.

VIDAL, M. F. Citricultura na área de atuação do BNB. Caderno setorial ETENE. Ano 4. Nº 107. Dezembro 2019. Disponível em:< https://www.bnb.gov.br/documents/80223/6144766/107_Citricultura2.pdf/46d9d491-f139-5ae2-8bde-c87ebffa8e2b> Acesso em: 07 de março de 2021.