

MARIA ADELINA AMÉRICO VULALO CASTIGO

**ALTURAS DE RECIPIENTE E DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO
LENTA NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE ABACATEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte da exigência do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Master Scientiae*.

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos

Coorientadores: Luciana Domiciano Silva Rosado

Ana Claudia Costa

VIÇOSA-MINAS GERAIS

2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

C351a
2020

Castigo, Maria Adelina Américo Vulalo, 1989-

Alturas de recipientes e doses de fertilizante de liberação lenta na produção de porta-enxerto de abacateiro / Maria Adelina Américo Vulalo Castigo. - Viçosa, MG, 2020.

86 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Abacate - Crescimento. 2. Plantas - Propagação. 3. Adubos.
4. *Persea americana* Mill. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 634.6533

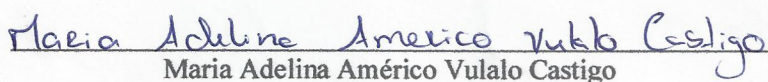
MARIA ADELINA AMÉRICO VULALO CASTIGO

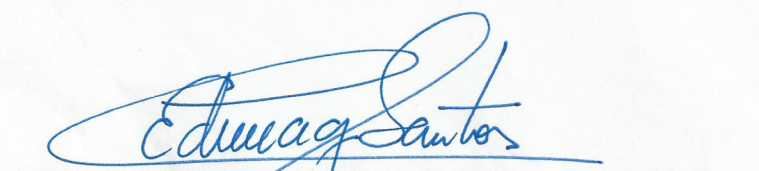
**ALTURAS DE RECIPIENTE E DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO
LENTA NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE ABACATEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte da exigência do programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Master Scientiae*.

APROVADA: 15 de setembro de 2020

Assentimento:


Maria Adelina Américo Vulalo Castigo
Autora


Carlos Eduardo Magalhães dos Santos
Orientador

Aos meus pais

Ao meu querido esposo

Aos meus filhos e meus irmãos

Dedico

Ao eterno amigo Carlos Carvalho Ecolé (*in memory*)

Pelo apoio incondicional, e pela confiança que depositou em mim a cada instante.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela sabedoria e por tudo que me tem acontecido, pois sei que não é pela minha esperteza mais é sim pela sua graça;

Agradeço aos meus pais Maria Laurinda e Raul Baptista e aos meus irmãos Valdimiro Mauro e Helton Artur por todo afeto e suporte que me tem dado;

Agradeço ao meu esposo Fernandes e aos meus filhos Tomás Chiqueremo, Francisco de Assis e Isidoro Rodolfo, os meus maiores tesouros por todo amor e carinho, pelo incentivo, compreensão e pela mão que me dão quando ao chão eu vou.

Agradeço ao professor Carlos Eduardo Magalhães dos Santos pelo exemplo profissional, sabedoria, orientação deste trabalho e pela confiança depositada em mim;

Agradeço a Doutora Luciana Domiciano Silva Rosado e a professora Ana Cláudia Costa pela coorientação deste trabalho. Agradeço as Doutoradas Carla do Carmo Milagres e a Maria Helena Menezes Cordeiro por aceitarem fazer parte da banca.

Agradeço a todos os professores pelos ensinamentos e a Universidade Federal de Viçosa pelo ensino, em especial ao programa de Pós-graduação em Fitotecnia (PPGFIT) e a secretaria do PPGFIT (em particular a Tatiani e Lídia, que sempre atenciosamente me deram um suporte).

Agradeço a BHEARD pelo financiamento e acompanhamento no meu desenvolvimento acadêmico. Agradeço ao Instituto de Investigação Agrária De Moçambique pela confiança que em me depositaram e pela dispensa nesse período de formação.

Agradeço aos amigos do Laboratório de Melhoramento de Fruteiras (Gener, Edilson, Jussara, Gabriel, Denison e Joseane), que sempre se disponibilizam a ajudar durante as atividades e pelos conselhos dados, aos funcionários do setor da fruticultura, em particular a dona Maria das Dores, Sabino, Beбето, Ney, Hugo e o Júlio, por todo o amparo pois me fizeram não sentir a distância com tanto afeto, carinho e risadas que nunca faltaram e sem se esquecer dos técnicos do Laboratório de Nutrição Mineral de plantas, o Itamar e o Edimaldo, pelo auxílio nas análises nutricionais das plantas.

Agradeço ao Baltazar meu irmão que sempre me deu a mão quando eu tentava cair, a mana Lainesse e família pelo braço estendido neste período, a Claudia e ao Muetanene por todo o apoio que me deram durante a minha caminhada. Enfim a todos que não foram citados, que de diferentes formas contribuíram para que o meu objetivo fosse alcançado, aí vai o meu muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This material is based upon work supported by the United States Agency for International Development, as part of the Feed the Future initiative, under the CGIAR Fund, award number BFS-G-11-00002, and the predecessor fund the Food Security and Crisis Mitigation II grant, award number EEM-G-00-04-00013.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”. (Madre Teresa de Calcuta)

RESUMO

CASTIGO, Maria Adelina Américo Vulalo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2020. **Alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta na produção de porta-enxerto de abacateiro.** Orientador: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Coorientadores: Luciana Domiciano Silva Rosado e Ana Claudia Costa.

O abacate é uma fruta que vem se destacando globalmente em decorrência das mudanças de hábitos alimentares na busca de alimentos saudáveis e benéficos, o que tem levado ao aumento da demanda pelo fruto, verificando-se problemas de abastecimento do abacate, aliada a baixa produtividade dos pomares em decorrência da aquisição de mudas de baixa qualidade. Diante disto, objetivou-se avaliar o crescimento de porta-enxertos de abacateiro (*Persea americana* Mill) em diferentes alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta. Dois capítulos foram elaborados, o primeiro objetivou-se avaliar o crescimento morfofisiológico de porta-enxertos em diferentes alturas de recipiente de plástico polietileno e o segundo capítulo teve como objetivo, avaliar a concentração e o acúmulo de nutrientes em diferentes órgãos da planta em diferentes tempos. O experimento foi instalado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão/Pomar Campus, do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa, em delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 4 x 5 (alturas de recipiente x doses de fertilizante de liberação lenta). Para a elaboração do capítulo I, foram avaliados os parâmetros morfofisiológicos da planta, características das raízes e massa seca de diferentes órgãos da planta ao longo do tempo de crescimento das mesmas. Verificou-se que aos 125 dias após a semeadura, os porta-enxertos de abacateiro apresentam diâmetro recomendado para a realização da enxertia, sendo os recipientes de 30 e 35 cm de altura e doses de fertilizante até 3 kg m⁻³ as melhores opções para a obtenção de porta-enxertos de melhor qualidade. Relativamente ao capítulo II, foram avaliados as concentrações e acúmulos de nutrientes (NPK) nas folhas, caule, raiz e na planta em geral. Aos 125 e 150 dias após a semeadura, observou-se maior acúmulo dos nutrientes (NPK) no caule e na raiz e menor na folha e aos 175 dias após a semeadura, a rota de acúmulo de nutriente mudou se tornando maior nas folhas, caule e raiz. Com esses resultados, conclui-se que doses de fertilizantes de liberação lenta 14-8-12 (+2) até 3 kg m⁻³ em substrato da Mecplant e recipientes com 30 cm de alturas são as melhores opções para a formação de porta-enxertos de abacateiros com qualidades adequadas.

Palavras-chave: Adubação. *Persea americana* Mill. Propagação.

ABSTRACT

CASTIGO, Maria Adelina Américo Vulalo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Setembro, 2020. **Container heights and doses of slow release fertilizer in the production of avocado rootstock.** Advisor: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos. Co-advisors: Luciana Domiciano Silva Rosado and Ana Claudia Costa.

Avocado is a fruit that has stood out globally due to changes in eating habits in the search for healthy and beneficial foods, which has led to increased demand for the fruit, with problems of supply of avocado, coupled with low productivity of orchards due to the acquisition of low-quality seedlings. In view of this, the objective was to evaluate the growth of avocado rootstocks (*Persea americana* Miller) at different container heights and doses of slow release fertilizer. Two chapters were prepared, the first aimed to evaluate the morphophysiological growth of rootstocks at different heights of a polyethylene plastic container and the second chapter, assessing the concentration and accumulation of nutrients in different plant organs and at different times. The experiment was installed in the Teaching, Research and Extension Unit / Pomar Campus, of the Department of Agronomy, at the Federal University of Viçosa, in a randomized block design in a 4 x 5 factorial scheme (container heights x doses of slow-release fertilizer). For the elaboration of chapter I, the morphophysiological parameters of the plant, characteristics of the roots and dry mass of different organs of the plant were evaluated over the time of their growth. It was found that at 125 days after sowing, avocado rootstocks have a recommended diameter for grafting, with containers of 30 and 35 cm in height and doses of fertilizer up to 3 kg m⁻³ the best options for obtaining better quality rootstocks. Regarding chapter II, the concentrations and accumulations of nutrients (NPK) in the leaves, stem, root and plant in general were evaluated. At 125 and 150 days after sowing, there was a greater accumulation of nutrients (NPK) in the stem and root and less in the leaf, and at 175 days after sowing, the route of nutrient accumulation changed becoming larger in the leaves, stem and root. With these results, it is concluded that doses of 14-8-12 (+2) slow-release fertilizers to 3 kg m⁻³ in Mecplant substrate and 30 cm high containers are the best options for door formation - grafts of avocado trees with suitable qualities.

Keywords: Fertilization. *Persea americana* Mill. Propagation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I: CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE ABACATEIRO EM DIFERENTES ALTURAS DE RECIPIENTE E DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA

Figura 1 - Temperatura (máxima, mínima e média) no interior da casa de vegetação no campus da Universidade Federal de Viçosa durante o período experimental (julho a novembro de 2019).....	42
Figura 2 - Umidade relativa (máxima, mínima e média) no interior da casa de vegetação no campus da Universidade Federal de Viçosa durante o período experimental (julho a novembro de 2019).	42
Figura 3 - Ilustração de nó das raízes - feixes de raízes com origem na mesma região (em círculo) e da raiz principal de planta jovem de abacateiro (seta).....	46
Figura 4 - Desdobramento da interação de alturas de recipiente dentro de doses de fertilizante de liberação lenta na estimação da área foliar de porta-enxerto de abacateiro aos 75 dias após a semeadura.....	49
Figura 5 - Desdobramento da interação de doses de fertilizante de liberação lenta dentro de alturas de recipiente na estimação da área foliar de porta-enxertos de abacateiro aos 75 dias após a emergência.....	49
Figura 6 - Variação de diâmetro de caule ao longo do período de avaliação em função de doses de fertilizante de liberação lenta.....	50
Figura 7 - Variação das alturas de porta-enxertos de abacateiro em função de diferentes doses de fertilizante de liberação lenta ao longo do tempo.....	52
Figura 8 - Características de enovelamento da raiz principal (EN), número de nós radiculares (NR), Número de raízes por nó radicular (RN), comprimento da raiz principal (CRP) e número de raízes secundárias (RS) aos 150 dias após a semeadura em função de doses de fertilizante de liberação lenta.....	54
Figura 9 - Características de enovelamento da raiz principal (EN), número de nós radiculares (NR), Número de raízes por nó radicular (RN), comprimento da raiz principal (CRP) e número	

de raízes secundárias (RS) aos 150 dias após a semeadura em função de alturas de recipiente.....54

Figura 10 - Medição do comprimento da raiz principal de porta-enxerto de abacateiro bem desenvolvido (A) e da raiz de porta-enxerto de abacate malformada (B).....57

Figura 11 - Variação de matéria seca na raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total da planta (MST) em gramas aos 150 dias após a semeadura em função de doses de fertilizantes de liberação lenta.....57

Figura 12 - Variação de matéria seca da folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total da planta (MST) em gramas aos 150 dias após a semeadura em função de alturas de recipiente.....58

CAPÍTULO II: ACÚMULO E DISPOSIÇÃO DE MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS NO PORTA-ENXERTO DE ABACATEIRO.

Figura 1 - Acúmulo de nitrogênio (ANT), fósforo (APT) e potássio (AKT) na planta, ao longo de tempo de crescimento de porta-enxertos de abacateiro.....75

Figura 2 - Acúmulo de nitrogênio na folha (ANF), no caule (ANC) e na raiz (ANR) de porta-enxertos de abacateiro, 125 dias após a semeadura.....75

Figura 3 - Desdobramento da Interação alturas de recipiente dentro de doses de fertilizante no acúmulo de nitrogênio na folha de porta-enxertos de abacateiro.....77

Figura 4 - Acúmulo de fósforo na folha (APF), caule (APC) e raiz (APR) de porta-enxerto de abacateiro em função de doses de fertilizante de liberação lenta.....77

Figura 5 - Acúmulo de potássio na folha (AKF), caule (AKC) e raiz (AKR) de porta-enxertos de abacateiro em função de doses de fertilizante de liberação lenta.....78

ANEXO

Foto 1 - Sintomas de excesso de fertilizante em planta jovem de abacateiro aos 170 dias após a semeadura.....84

Foto 2 - Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro sem adição de fertilizantes de liberação lenta.....	84
Foto 3 - Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro com dose de 4 kg m ³ de fertilizantes de liberação lenta.	85
Foto 4 - Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro com dose de 8 kg m ³ de fertilizantes de liberação lenta.....	85
Foto 5 - Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro com dose de 16 kg m ³ de fertilizantes de liberação lenta.....	86
Foto 6 - Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro com dose de 24 kg m ³ de fertilizantes de liberação lenta.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas de suficiências de nutrientes em massa seca de plantas de abacateiro. (Fonte: COSTA et al., 2014; LAHAV e KADMAN, 1980)	27
---	----

CAPÍTULO I: CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE ABACATEIRO EM DIFERENTES ALTURAS DE EMBALAGENS E DOSES D FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO LENTA

Tabela 1 - Identificação dos tratamentos resultantes de diferentes alturas de recipiente (cm) e doses de fertilizante de liberação lenta (kg m^{-3}).....	43
--	----

Tabela 2 - Composição química e física do fertilizante de liberação lenta (FLL) usado no experimento. Informação disponibilizadas no rótulo do recipiente do produto.....	44
---	----

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para variáveis de crescimento morfofisiológicos até aos 90 DAE (dias após a emergência) no intervalo de 15 dias em função da altura de recipiente (AR) e doses de fertilizante de liberação lenta (DF).....	48
---	----

Tabela 4 - Comparação de médias pelo teste Tukey para variáveis de crescimento morfofisiológicos a partir de 15 aos 90 DAE (dias após a emergência) no intervalo de 15 dias em função da altura de recipiente (AR).....	51
---	----

Tabela 5 - Resumo da análise de variância de enovelamento das raízes (EN), número de nós radiculares (NR), número de raízes por nó radicular (RN), comprimento da raiz principal (CRP), número de raízes secundárias (RS) e matéria seca da folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total da planta (MST) em função da altura de recipiente (AR) e doses de fertilizante de liberação lenta (DF).....	53
--	----

Tabela 6 - Comparação de média de enovelamento das raízes (EN), número de nó radiculares (NR), número de raízes por nó radicular (RN), comprimento da raiz principal (CRP), número de raízes secundárias (RS) e matéria seca da folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total da planta (MST) em função da altura de recipiente (AR).....	55
--	----

CAPÍTULO II: ACÚMULO E DISPOSIÇÃO DE MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS NO PORTA-ENXERTO DE ABACATEIRO.

Tabela 1 - Médias gerais (máximo e mínimo) de concentrações de nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) em diferentes órgãos da planta, ao longo do tempo.....72

Tabela 2 - Faixas de suficiências de nutrientes em massa seca de plantas de abacateiro. (Fonte: COSTA et al., 2014; LAHAV e KADMAN, 1980)72

Tabela 3 - Resumo de análise de variância de acúmulo de nutrientes em g/kg de matéria seca de diferentes órgãos de porta-enxerto de abacateiro em função de alturas de recipiente (AR) e doses de fertilizante (DF) ao longo do tempo. Nitrogênio (ANF- nitrogênio na folha, ANC- nitrogênio no caule e ANR- nitrogênio na raiz), fósforo (APF- fósforo na folha, APC- fósforo no caule e APR- fósforo na raiz) e potássio (AKF- potássio na folha, AKC- potássio no caule e AKR- potássio na raiz).....73

Tabela 4 - Comparação de médias de acúmulo de nutrientes em g/kg de matéria seca de diferentes órgãos de porta-enxerto de abacateiro em função de alturas de recipiente (AR) ao longo do tempo. Nitrogênio (ANF- nitrogênio na folha, ANC- nitrogênio no caule e ANR- nitrogênio na raiz), fósforo (APF- fósforo na folha, APC- fósforo no caule e APR- fósforo na raiz) e potássio (AKF- potássio na folha, AKC- potássio no caule e AKR- potássio na raiz).....74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAE Dias Após a Emergência

DAS Dias Após a Semeadura

FAO Organização das nações unidas para alimentação e agricultura

FLL Fertilizantes de Liberação Lenta

Ppm Partes por milhão

UFV Universidade Federal de Viçosa

WOA Organização Mundial de Abacate

LISTA DE SÍMBOLOS

B Boro

Ca Cálcio

Cm Centímetros

Cu Cobre

dm^{-3} Decímetros cúbicos

Fe Ferro

K Potássio

Kg. Quilogramas

m^{-3} Metros cúbicos

Mg Magnésio

mg. Miligramas

Mn Manganês

Mo Molibdênio

N Nitrogénio

P Fósforo

ton. Toneladas

Zn Zinco

® Marca registrada

% Percentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Generalidades da cultura de abacateiro	19
2.1.1	Histórico	19
2.1.2	Importância nutricional e econômica	19
2.1.3	Caraterização botânica e morfológica	20
2.1.4	Raças	22
2.1.4	Cultivares comerciais de abacate	23
2.2	Propagação do abacateiro	24
2.3	Nutrição do abacateiro	26
2.3.1	Fertilizantes de liberação lenta	28
2.4	Crescimento de plantas	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
	CAPÍTULO I_CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE ABACATEIRO EM DIFERENTES ALTURAS DE RECIPIENTE E DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA	37
	RESUMO.....	38
	ABSTRACT	39
1	INTRODUÇÃO	40
2	MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1	Caraterização do local de estudo.....	42
2.2	Delineamento experimental	43
2.3	Implantação do experimento.....	44
2.4	Variáveis avaliadas	44
2.4.1	Emergência.....	44
2.4.2	Variáveis morfofisiológicos	45

2.5	Análises estatísticas	46
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.1	Emergência	47
3.2	Variáveis morfofisiológicas	47
4	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	CAPÍTULO II ACÚMULO E DISPOSIÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM PORTA- ENXERTO DE ABACATEIRO.....	65
	RESUMO.....	66
	ABSTRACT	67
1	INTRODUÇÃO	68
2	MATERIAL E MÉTODOS	70
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
3.1	Concentração de nutrientes	71
3.2	Acúmulo de nutrientes	72
4	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
	ANEXOS	84

1 INTRODUÇÃO

O abacateiro (*Persea americana* Miller) é conhecido desde o início do século XVI pelos povos Colombiano e Mexicano. A espécie pertencente à família Lauraceae, compreende cerca de 50 gêneros, sendo o gênero *Persea* com várias espécies difundidas e encontradas em regiões tropicais e subtropicais (DONADIO, 1995).

Nos últimos anos nota-se expressiva demanda pelo consumo de abacate, devido às ações de divulgação de seus benefícios à saúde, principalmente no cenário mundial. O rápido crescimento da demanda por essa fruta se deve ao seu elevado valor nutritivo, pois importantes vitaminas e sais minerais são encontradas em sua constituição, e também a sua utilização tanto in natura quanto na forma de vitaminas, saladas, molhos e pastas atraem consumidores (LOPES, 2018). No mais, tem despertado atenção nas novas tendências alimentares como o veganismo (WAO, 2019) e na valorização da saúde. Por essas razões, estima-se o elevado crescimento na produção de abacate no mundo.

Em 2018, o abacate foi a 14^a fruta mais produzida no mundo com uma produção de aproximadamente 6,4 milhões de ton., sendo que 72,8% da produção mundial se concentra no continente Americano, seguido de África (12,7%), e o restante distribuído entre a Ásia, Europa e a Oceania. O Brasil é o sétimo maior produtor mundial, com uma produção em 2018 de 235 mil ton., em área colhida de 14,3 mil ha, correspondendo cerca de 3,7% da produção mundial, com crescimento de quase 10% quando comparada a 2017 (FAO, 2020).

De acordo com o jornal “O PAÍS” (2020), Moçambique destaca-se na produção de abacate, as maiores produções com frutos que apresentam padrão de exportação, ocorrem na província de Manica. A exportação é realizada pela empresa Westfalia Fruto Moçambique que transporta os frutos de Chimoio para África do Sul, e então para Europa. Estima-se que nos próximos quatro anos o volume de exportação passe de três mil para oito mil toneladas.

Para se obter alta produtividade e frutos de qualidade, é necessário a implantação de pomares com mudas que apresentem elevada qualidade, principalmente vigor, estado nutricional e fitossanitário, devendo para isso utilizar de tecnologias apropriadas para formação de mudas (ZACCHEU et al., 2013) que proporcionarão elevadas taxas de sobrevivência e desenvolvimento após o plantio (WENDLING et al., 2002). De acordo com Gomes et al.

(2003), a produção de mudas em recipientes é o método mais utilizado, pois proporciona o controle da nutrição e a proteção das raízes a danos mecânicos e desidratação, e ainda propicia o manejo adequado em viveiros e plantios. Para a obtenção de mudas com qualidade, é importante considerar o tamanho do recipiente utilizado, devido a sua atuação no crescimento e desenvolvimento da planta (ZACCHEU et al., 2013; PINHO et al., 2018), bem como a utilização de porta-enxertos adequadamente nutridos que podem contribuir para o sucesso da exploração e produção precoce, impactando positivamente o retorno econômico do capital investido pelos fruticultores (ROZANE et al., 2013).

O tamanho de recipientes determina a disponibilidade de substrato, nutriente e água, sendo que o maior volume favorece as boas trocas gasosas e promove bom desenvolvimento do sistema radicular e conseqüentemente da parte aérea da planta. Esta constatação é corroborada por Natale et al. (2018) que afirmaram que a qualidade das mudas está intimamente relacionada à quantidade de nutrientes fornecidos as plantas e uma adequada nutrição garante o crescimento da parte aérea e permite melhor desenvolvimento do sistema radicular.

A determinação das demandas nutricionais das espécies é um dos principais fatores para obtenção de elevada produtividade e qualidade de frutos, além de maior economia no processo de produção de mudas. A fertilização deve fornecer quantidades suficiente de nutrientes para o crescimento e qualidade de mudas (KLOOSTER et al., 2012).

O uso de fertilizantes de liberação lenta, tem se intensificado na produção de mudas de fruteiras, por apresentarem um potencial para o aumento da eficiência da fertilização nitrogenada e redução das perdas no sistema planta-solo-atmosfera (TRENKEL, 2010) e um melhor ajuste da disponibilidade a demanda dos nutrientes pelas plantas (GRACE SIERRA, 1994).

Com isso é necessário que a planta tenha ao seu dispor durante todo o ciclo os nutrientes em quantidades adequadas para que possa cumprir as suas funções metabólicas. O abacateiro apesar de ser uma espécie cultivada em quase todo mundo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, poucas são as informações sobre a nutrição mineral no processo de formação de mudas, tornando-se importante a busca de informações técnicas e científicas para a formação de porta-enxertos de abacateiro com maior qualidade. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta na qualidade de porta-enxerto de abacateiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Generalidades da cultura de abacateiro

2.1.1 Histórico

Acredita-se que no princípio do século XVI, o abacate já era conhecido na Colômbia e depois no México (DONADIO, 1995), e o consenso entre botânicos e etnólogos é que o abacateiro disseminou-se ao Sul da América a partir do centro de origem do sul do México ou próximo a este (STOREY et al., 1986).

O abacateiro como espécie nativa da região central do continente Americano, difundiu-se por todo o continente e no mundo. Na Europa, foi citada em registros pela primeira vez logo no início século XVII, como uma planta de jardim, tendo chegado a África em meados do século XVIII via Ghana e por fim na segunda metade no século XIX, chegou a Ásia pela Malásia (DONADIO, 1995). Atualmente, o abacateiro é encontrado em diversas localidades, desde que haja condições edafoclimáticas adequadas para o seu cultivo.

2.1.2 Importância nutricional e econômica

O abacate é um fruto que se destaca por sua qualidade nutricional, com elevada quantidade de fibras, gorduras monoinsaturadas, antioxidantes lipossolúveis (COMEFORDE, 2016; SOARES e ITO, 2000), ácido oleico e b-sitosterol (LOTTENBERG, 2002). A polpa é a principal parte utilizada para consumo in natura, em forma de sobremesa, saladas, molhos e utilizada para extração de óleos comerciais e nas indústrias cosméticas. As flores odoríferas fazem do abacateiro uma planta melífera, e outras partes da planta como folhas, caroços, casca do tronco, têm sido utilizadas amplamente pela medicina popular (HARAGUCHI e CARVALHO, 2010; TEIXEIRA, 1991). Os resíduos da casca e semente ainda são pouco explorados quanto ao seu potencial nutritivo e funcional, podendo ser considerados como fonte alternativa de nutrientes na alimentação, principalmente a variedade ‘Hass’ pela sua composição em minerais (DAIUTO et al., 2014).

Devido a sua rica composição química, o abacate é um aliado na saúde humana, pois o seu consumo regular e em quantidades adequadas auxiliam na prevenção e tratamento de câncer (LU et al., 2009), na redução de risco de doenças cardíacas (WANG et al., 2020; WANG et al., 2015) e na melhoria da saúde e a memória (EDWARDS et al., 2019; CAMPALOGO, 2009). Por ser uma fruta rica em ácido oleico (ômega 9), ajuda na prevenção da infertilidade (SOUZA et al., 2013) e algumas partes da planta podem ser utilizadas no tratamento de doenças como a hipertensão, dor de estômago, bronquites, diarreias e diabetes, também usada como analgésico e anti-inflamatório, na diminuição do colesterol e no tratamento de anemia (TEIXEIRA, 1991).

O abacate ganhou espaço no mercado de frutas, de acordo com a FAO (2020), o consumo mundial de abacate passou de 3,5 milhões de toneladas, em 2007, para 5,9 milhões de toneladas, em 2017. Esse aumento é mais direcionado ao avocado, cultivar Hass, mais consumida no mundo.

Segundo a FAO (2020), Brasil é o sétimo maior produtor de abacate no mundo, em 2018 teve uma produção de 235.788 ton., em 14,3 mil ha. Nos últimos 10 anos, houve aumento de cerca de 60 % de produção. De acordo com a IBGE (2020), em 2018 a produção estava distribuída principalmente pela região Sudeste que detém cerca de 85,7 % da produção nacional e na região sul com 10,13 % e o São Paulo foi o maior produtor, com 132.017 ton. em 2018, seguido por Minas Gerais (63.063 ton.) e Paraná (19.333 ton.).

No mercado externo, o desequilíbrio tem provocado problemas. Inclusive, já virou caso de polícia em alguns países, por exemplo no México, o fruto ganhou o apelido de ‘ouro verde’, já que a sua produção é um negócio tão lucrativo que cartéis de droga começaram a fazer parte da concorrência. No Chile, os produtores utilizam formas criativas e até criminosas para manter o fluxo de produção do abacate em alta devido à crescente demanda externa. Na província de Petorca, na região de Valparaíso, há relatos de que o governo encontrou diversas tubulações subterrâneas projetadas para desviar o fluxo de rios e irrigar plantações de avocado. E, na Nova Zelândia, os preços do abacate subiram tanto em decorrência da grande procura que o fruto começou a ser roubado nos pés para ser vendido em um iniciante mercado ilegal (FOOD SERVICES NEW, 2019).

2.1.3 Caracterização botânica e morfológica

O abacateiro pertence à família Lauraceae, com cerca de 2500 espécies conhecidas e com aproximadamente 50 gêneros (DONADIO, 1995; BERGH e ELLSTRAND, 1986).

São plantas de porte arbóreo, com alturas variando de 8-12 metros, ramos tortuosos, grande volume de folha, o que proporciona uma área foliar elevada, tronco com diâmetro elevado, revestido de uma casca grossa áspera, fendida ou cretada, com uma cor cinza escura (BARBOSA, 1933).

Possuem raízes axiais com ramificações, sem pelos radiculares e proporcionais ao volume da parte aérea. O transplante e a repicagem provocam maior desenvolvimento de raízes secundárias devido aos danos causados na raiz pivotante, as raízes não possuem radícula. Em condições propícias de arejamento e profundidade do solo, pode atingir mais de 6 metros, todavia, aproximadamente 80% do volume radicular se concentra a 1 metro de profundidade (KOLLER, 1984).

O crescimento da parte aérea decorre do desenvolvimento de gemas apicais, estas se alongam formando os primórdios foliares que originam novos ramos em vários ciclos vegetativos por ano (SIMÃO, 1971). As folhas são polimórficas e de forma elíptica, com enervação penada. A inserção nos ramos se faz por meio de um pecíolo curto, sendo elas simples e alternadas, lanceoladas no ápice e agudas na base, são lisas de cor mais intensa na face superior e menos coloridas na inferior, são penínérveas, decíduas de consistência coriácea, quando desenvolvidas apresentam coloração variada, as vezes arroxeadas quando novíssimas e tenras passando ao verde amarelo para verde escuro quando adultas (BHERG, 1976). Apesar das folhas serem perenes, pode haver uma remoção total na época da florada conforme a cultivar ou as condições ambientais (TEIXEIRA, 1991).

As flores são hermafroditas, simétricas, verde amareladas com aproximadamente 1 cm de diâmetro ocorrem em panículas de até 200 flores originais de gemas florais terminais, as vezes subterminais. O florescimento é composto por flores pequenas e em grande número de cor pálida ou tonalidade amarela muito clara para esverdeada (BARBOSA, 1933). Há variedades que têm crescimento determinado e outras indeterminado, isto é, após a emissão da panícula saem ramos vegetativos. Uma planta pode produzir milhares de flores, entretanto, apenas 1 % ou menos originarão frutos (DONADIO, 1995).

As flores têm um comportamento típico, caracterizada por dicogamia protogínica em que o órgão feminino fica sempre receptível antes dos órgãos masculinos. Dependendo do período desse comportamento, classificam-se as variedades do tipo A e do tipo B. O intervalo de cada abertura pode levar 12 horas (DONADIO, 1995). Pode haver modificações desta conduta devido as condições ambientais, encurtando ou aumentando os intervalos.

O florescimento pode variar com a raça e devido ao comportamento distinto de abertura das flores, é importante implantar duas variedades que tenham a mesma época de floração. O período total de floração é de um a dois meses o que permite um período de coincidência entre duas variedades mesmo que elas não floresçam simultaneamente (MONTENEGRO, 1978). Os grãos de pólen após a abertura podem cair ou serem transportados por insetos para uma outra flor. A fertilidade do pólen de abacateiro é baixa e com grande número de grãos anormais que não germinam. O número de grão de pólen por flor varia de 4-10 mil de acordo com a variedade (GAZIT, 1976).

O fruto é uma baga que possui casca (pericarpo) delgada, grossa ou quebradiça, um mesocarpo carnoso (parte comestível contendo entre 5-30% de óleo) e uma semente coberta por endocarpo, envoltório coriáceo que recobre os cotilédones da semente, com pedúnculo mais ou menos grosso ou fino, curto ou comprido e de coloração, tamanho, forma, peso e outras características variadas segundo a variedade, o seu peso pode variar de 50-2500 gramas (DONADIO, 1995).

2.1.4 Raças

Ao longo do tempo, as plantas de abacateiro foram divididas em três grupos ou raças, baseadas em características morfológicas das plantas e do fruto (POPENOE, 1934), conhecidos como Guatemalenses (*P. nubigena* var. *guatemalenses*), Mexicanas (*P. americana* var. *drymifolia*) e Indiana ocidental ou Antilhana (*P. americana* var. *americana*). Acredita-se que a raça Mexicana seja a de maior importância no cultivo comercial.

As raças mexicanas e guatemalenses se desenvolveram em áreas de elevada altitude do México e Guatemala, respectivamente, e atualmente são aceitas quase universalmente.

2.1.4.1 Raça Antilhana

Originária da América Central, sendo a raça mais disseminada. É a raça mais susceptível à geada e se adaptam as regiões baixas dos trópicos. As folhas são destituídas de cheiro, os frutos são produzidos em pedúnculos curtos, em que os frutos menores pesam entre 112-150 g, e os maiores chegam a pesar 1.350 g, tem a casca lisa, verde amarelada ou castanha e podem

permanecer na planta até o princípio de outro ano (BARBOSA, 1933). A semente é grande, desprendida do mesocarpo e com cotilédones ásperos na superfície, envoltos em duas capas superpostas. As flores são menos pubescentes, ou seja, são cobertos por pelos finos e curtos.

2.1.4.2 Raça Guatemalense

É a raça muito apreciada devido a excelentes qualidades comerciais dos seus frutos e época do ano que são produzidos. As folhas são de cor verde intensa desprovida de cheiro e a brotação de ramos no início apresenta coloração bronzeadas. Os frutos pesam de 112 a 1.000 g, com longos pedúnculos, coloração verde clara ou roxo escuro com superfície áspera ou rugosa, começam a amadurecer no inverno a primavera e podem permanecer na planta até um ano depois. A semente preenche a cavidade interna e seus cotilédones são lisos, as capas que envolvem a semente são finas muito unidas e quase sempre aderente. As flores são finas e pubescentes, e começam a florescer muito mais tarde que as mexicanas, geralmente no fim da primavera (BARBOSA, 1933).

2.1.4.3 Raça Mexicana

É a raça mais resistente a geadas. As folhas são verdes, pequenas, agudas no ápice e tem um cheiro de anis. Os frutos são pequenos com 112-330 g, apresentam uma casca fina de cor variada desde verde a roxo, amadurecendo no verão ou no outono. A semente preenche maior proporção do fruto, sendo envolvida por capas finas e algumas vezes bem aderida aos cotilédones. As flores são pubescentes e aparecem no inverno e ao princípio da primavera (BARBOSA, 1933).

2.1.4 Cultivares comerciais de abacate

As diferentes cultivares comerciais de abacate, resultam de cruzamentos de plantas com comportamentos florais diferentes (TEIXEIRA et al., 1991), assim quase todas as cultivares que encontramos no mercado interno e externo, são híbridas das três raças acima detalhadas,

segundo estas cultivares e são agrupadas em tipo exportação ou consumo interno. A maioria dos países, ambas servem para os dois fins, mas no Brasil as variedades tipo exportação não são bem aceitas no mercado interno. As variedades preferidas para o consumo interno geralmente apresentam baixo teor de óleo, frutos grandes, e comumente são das raças antilhana ou guatemalense (DONADIO, 1995).

Em relação à exportação, as variedades mais cultivadas são a Fuerte que pertence ao grupo floral (B) e é híbrido de raça mexicana e guatemalense, e a cultivar Hass grupo floral (A), híbrido de guatemalense e mexicana.

No mercado interno que são as cultivares de consumo e híbridos de antilhanas x guatemalenses pode-se encontrar as seguintes cultivares: maturação precoce - Pollock (B), Simmonds (A), Barbieri e Limeirão ou Geada (B); maturação meia estação - Quintal (B), Fortuna (A) e maturação tardia - Ouro Verde (A), Breda (B), Reis (B) e Margarida (B) – maturação tardia.

2.2 Propagação do abacateiro

A propagação de abacateiro pode ser por via seminífera ou vegetativa. A propagação seminífera não é recomendada para a formação de plantios comerciais devido à variação que ocorre nas plantas obtidas e o início tardiamente da produção (DONADIO, 1995). Este método de propagação é importante no melhoramento genético, com propósito de selecionar novas variedades e na obtenção de porta enxertos.

A propagação vegetativa é o método mais usual de se obter mudas para implantação de lavouras, podendo ser realizada por estaquia, enxertia, alporquia e micropropagação. Entretanto, a enxertia é o método rotineiramente mais utilizado, podendo empregar-se a enxertia por borbúlia ou garfagem, em porta-enxertos obtidos de semente ou propagação clonal (DONADIO, 1995).

O porta-enxerto é um dos principais fatores que determina o vigor e o rendimento da planta adulta (MONTENEGRO, 1978). Devem ser oriundos de sementes de variedades com boas características, espécies vigorosas e adaptáveis às condições climáticas locais, além de apresentarem resistência as principais doenças e compatibilidade com as variedades copas que serão propagadas.

O estabelecimento de pomares comerciais, resultando em elevada produção de frutos, depende da qualidade das mudas produzidas – mudas com sistema radicular e parte aérea bem formada, com bom estado nutricional, livres de pragas e doenças, têm altas taxas de sobrevivência e desenvolvimento após o plantio (WENDLING et al., 2002). Considera-se que 60% do sucesso de uma cultura está em implantá-la com mudas de alta qualidade (ZACCHEU et al., 2013). Por essa razão, recomenda-se o uso de porta-enxertos com qualidade adequada para quem deseja alcançar altas produtividades e frutos de qualidade.

A produção de mudas em recipientes é o método mais utilizado, pois proporciona o controle da nutrição e a proteção das raízes a danos mecânicos e desidratação, e ainda propicia o manejo adequado em viveiros e plantios (GOMES et al., 2003).

Para melhorar a qualidade das mudas produzidas, o sistema de produção de mudas em recipientes deve ser pesquisado e estabelecido para cada espécie ou variedade, visto que há constatações que o recipiente é um dos fatores que influencia significativamente o desenvolvimento de mudas (RIBEIRO et al., 2005).

Com isso, o uso de recipientes na produção de mudas de diferentes espécies vegetais vem sendo adotado na maioria dos viveiros, em virtude de inúmeras vantagens como: (i) controle eficaz de fungos e nematoides; (ii) possibilidade de acelerar o processo de produção de mudas através do uso de substratos específicos; (iii) controle da condição nutricional; (iv) obtenção de mudas com sistema radicular bem desenvolvido, sem traumatismos e lesões, com facilidade no transplante; (v) aumento do número de plantas por área. Por outro lado, pode apresentar como fator negativo a má formação e desenvolvimento do sistema radicular, ocasionado pelo dimensionamento incorreto de recipientes (CASTLE e ROUSE, 1991 apud NICOLOSO, 2000).

O tipo de recipiente tem impactos importantes e diretos na qualidade das mudas e nos custos de produção. Diferentes tipos e tamanhos de recipientes podem ser encontrados, como sacolas plásticas, tubetes e bandejas de isopor. De acordo com Brissette (1991), cada tipo de recipiente apresenta particularidades que devem ser consideradas em relação ao objetivo e locais de implantação, todavia os sacos plásticos são os mais utilizados em função do seu menor preço, maior disponibilidade e ampla variedade de dimensões disponíveis.

Segundo Pereira et al. (2010), as dimensões do recipiente trazem implicações de ordem técnica e econômica, sendo ótimas as que harmonizam o custo de produção e a possibilidade de obter maior número de mudas de qualidade, assim, a definição do tamanho do recipiente varia de acordo com o tipo de muda que se pretende produzir, o tamanho final da muda e o tempo de permanência no viveiro (WENDLING et al., 2002).

O tamanho e a forma de recipientes influenciam na disponibilidade de nutrientes e água para a planta, afetando desta forma no crescimento da parte aérea e das raízes das plantas. Os recipientes de altura maior podem causar baixa disponibilidade de oxigênio na parte inferior, prejudicando a respiração e crescimento radicular, e em recipientes estreitos pode não haver crescimento lateral das raízes após o transplante se não houver ranhuras verticais em suas paredes laterais (LIMA et al., 2006)

2.3 Nutrição do abacateiro

Na produção de mudas de abacateiro as condições do meio de cultivo, principalmente, o substrato, deve apresentar boas características físicas, como porosidade do ar e capacidade de retenção de água, porém a fertilidade do mesmo é igualmente importante (BLOODNICK, 2019).

O conhecimento da demanda nutricional das espécies é um dos principais fatores para obtenção de maior produtividade e qualidade, além de maior economia no processo de produção de mudas. A fertilização deve fornecer quantidades suficientes de nutrientes para o crescimento e qualidade de mudas, além de repor os nutrientes perdidos (KLOOSTER et al., 2012), com intuito que a planta cumpra as suas funções metabólicas (BLOODNICK, 2019; VALE et al., 2009).

O abacateiro, apesar de ser cultivado em várias partes do mundo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, poucas são as informações sobre a nutrição mineral no processo de formação de mudas. As aplicações de fertilizantes exigem o equilíbrio correto dos nutrientes, uma vez que a quantidade de cada nutriente é diferente entre as partes das plantas. Alguns desses nutrientes são definidos como elementos essenciais, o que significa que uma deficiência ou sua ausência prejudicará significativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas (MARSCHNER, 1995). Do ponto de vista agrícola, essas deficiências podem levar à perda de rendimento em quantidade ou qualidade, portanto, devem ser tratadas.

As plantas de abacate requerem quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio, zinco, cálcio, magnésio, boro e ferro; visto serem importantes para o desempenho da planta, favorecendo seu metabolismo, propiciando o crescimento de partes vegetativas e reprodutivas da planta, além de permitirem a produção de frutos com qualidade (LAHAV e KADMAN, 1980).

Na fase de formação de mudas, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes com elevada demanda, estima-se que de 40-50% da composição em nutrientes nas diferentes planta seja de N, sendo importante no provimento de crescimento da parte aérea (BRISSETTE et al., 1991), entretanto a demanda por N pela planta e a capacidade de metabolizar este nutriente estão intimamente relacionados ao atendimento das suas exigências nos demais nutrientes, em especial potássio e fósforo (LOPES et al., 1997).

O fosforo (P) é essencial para o crescimento inicial das plantas, sendo os níveis elevados encontrados nos tecidos mais jovens das plantas, pois o P se move rapidamente dos órgãos mais velhos para os mais novos (SAULS, 1976; LOPES et al., 1997). Outro elemento essencial é o potássio, cuja função principal está relacionada ao metabolismo, principalmente a fotossíntese, sendo que em casos de deficiência há redução de fotossíntese e aumento da respiração influenciando na eficiência do uso de água (MARSCHNER, 1995).

As plantas de abacateiro necessitam de pouca fertilização para a realização das suas atividades metabólicas (LAHAV e KADMAN, 1980). A eficiência das fertilizações, principalmente as de cobertura, dependem basicamente das doses e fontes dos fertilizantes usados. Para a recomendação das doses de fertilizantes a aplicar em um plantio é necessário análises nutricionais das plantas com intuito de verificar a quantidade necessária de cada nutriente, sem risco de aplicações desnecessárias e ou em excesso. A faixa de quantidade suficiente dos diversos nutrientes a serem determinadas em uma análise química de partes vegetais secas da planta de abacateiro estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 - Faixas de suficiências de nutrientes em massa seca de plantas de abacateiro. (Fonte: COSTA et al., 2014; LAHAV e KADMAN, 1980)

N	S	P	K	Mg	Ca	B	Zn	Mn	Fe	Cu
-----%-----							----- ppm -----			
1,60	0,20	0,10	1,00	0,30	1,00	50	30	30	50	5
2,20	0,60	0,25	2,00	0,80	3,00	100	50	80	150	15

Na formação das mudas, a utilização de altas doses de fertilizantes convencionais que possuem elevada solubilidade, eleva a concentração salina do substrato promovendo a diminuição da germinação das sementes ou retardo no crescimento inicial das mudas (TEIXEIRA, 2009). De acordo com Scivittaro et al. (2004), o uso de fertilizantes de liberação lenta tem se intensificado na produção de mudas em virtude da sua praticidade, pois reduz a mão-de-obra para a reposição de fertilizantes perdidos.

2.3.1 Fertilizantes de liberação lenta

Os fertilizantes de liberação lenta e controlada são aqueles capazes de controlar química, física ou microbiologicamente as taxas de liberação dos nutrientes (SHAVIV, 2005), atrasando ou prolongando a sua disponibilidade para absorção e uso pela planta após a aplicação quando comparados a um fertilizante de referência, cuja disponibilidade de nutrientes é imediata (AAPFCO, 1997).

O atraso na disponibilidade inicial ou prolongação do tempo de disponibilidade do fertilizante, podem ocorrer por 3 fatores: variedade de mecanismos que incluem solubilidade controlada do material em água através dos revestimentos com materiais de proteína semipermeáveis ou outras formas químicas; hidrólise lenta de compostos hidrossolúveis de baixo peso molecular; por outros meios desconhecidos (SHAVIV, 2005; TRENKEL, 2010; MOTA, 2013).

Os fertilizantes de liberação lenta e controlada apresentam um potencial de aumentar a eficiência da fertilização nitrogenada e reduzir as perdas de N no sistema solo-planta-atmosfera, implicando em menor impacto ambiental (SHAVIV, 2005; TRENKEL, 2010), além de proporcionar melhor ajuste da disponibilidade à demanda dos nutrientes pelas plantas, reduzindo a toxicidade, principalmente, em mudas que são causadas por altas concentrações iônicas da dissolução rápida de fertilizantes solúveis (GRACE SIERRA, 1994).

Os fertilizantes são disponibilizados em forma de pastilhas ou grânulos revestidos por polímeros hidrofóbicos ou dispersos em matrizes que restringem a dissolução do fertilizante (SHAVIV, 2005), esses fertilizantes incluem nutrientes solúveis no seu interior (NPK e alguns micronutrientes), envolvidos por uma membrana semipermeável que, por efeito da temperatura, dilata e contrai, controlando a liberação gradual e osmótica de nutrientes ao substrato (BENNETT, 1996).

Os fertilizantes de liberação lenta tem sido uma alternativa utilizada na fertilização de mudas frutíferas, proporcionando um crescimento rápido e melhoria do estado nutricional, como em tamarindeiro (MENDONÇA, 2008), mamoeiro (SERRANO, 2010), abacate (COSTA et al., 2011), em porta-enxertos de citros (ALMEIDA et al., 2012) e em porta-enxertos de pessegueiros (MENEGATTI e BIANCHI, 2019) .

Estes fertilizantes proporcionam liberação contínua de nutrientes em função do tempo, eliminando a necessidade de parcelamento das adubações, favorecendo o equilíbrio entre a

demanda com a disponibilidade de nutrientes por determinado tempo (TEIXEIRA, 2009). Esta disponibilidade contínua, minimiza a ocorrência de deficiências durante a produção das mudas e as perdas por lixiviação.

2.4 Crescimento de plantas

O crescimento das plantas consiste na interação de diversos fatores, incluindo os genéticos e ambientais. Na fase inicial é importante que o crescimento seja vigoroso e rápido para que a planta esteja bem estabelecida, reduzindo a incidência de doenças e pragas (LOPES e LIMA, 2015).

A análise de crescimento descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica produtiva de fatores internos e externos podendo ser conduzidas em investigações ecológica ou agronômicas do efeito dos fatores edáficos e climáticos (LOPES e LIMA, 2015).

Para a análise de crescimento, modelos matemáticos são utilizados para avaliar os índices de crescimento das plantas, muitos deles relacionados com a atividade fotossintética (REIS, 1978). A área foliar nos ajuda a estimar o rendimento da cultura, no entanto é importante conhecer a duração da área foliar que está ligada a longevidade das folhas e depende do número de primórdios, comprimento, largura e senescência (LOPES e LIMA, 2015)

O rendimento econômico das culturas resulta de crescimento ou armazenamento de reservas nas partes úteis da planta, sendo as folhas considerada como fontes (produzem e exportam assimilados) e os demais órgãos são considerados de drenos pois utilizam e armazenam os assimilados (LOPES e LIMA, 2015).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v. 34, n. 1, p. 289-296, 2012.

ASSOCIATION OF AMERICAN PLANT FOOD CONTROL OFICIALS- AAPFCO. **Official documents 57**. 1997.

BARBOSA, C., **Do abacateiro e do abacate**: história, classificação botânica, cultura, usos domésticos, propriedades medicinais e aproveitamento industrial. 1933.

BENDER, G.S., Avocado Flowering and Pollination. **Avocado production in California a cultural hanbook for growers**. v.1, n. 3, p. 39-49, 2002.

BENNETT, E. Slow-release fertilizers. **Virginia Gardener Newsletter, Blacksburg**, v. 11, n. 4, 1996.

BERGH, B.O., Factores affeting avocado fruitfulness. **Institute of Food and Agricultural Sciences**. P. 83-88, 1976.

BERGH. B.; ELLSTRAND, N., Taxonomy of the Avocado, California, California Avocado. **Society. Yearbook**. p.135-146, 1986.

BLOODNICK Ed, nutrition tips for seed germination and Young plants. **Promix**. 2019.
<https://www.pthorticulture.com/en/training-center/nutrition-tips-for-seed-germination-and-young-plants/>

BRISSETTE, J.C.; BARNETT, J.P.; LANDIS, T.D. Container Seedlings. **Forest Regeneration Manual**, p. 117-141, 1991.

CAMPOLONGO, A.; ROOZENDAAL, B.; TREZZA, V.; CUOMO, V.; ASTARITA, G.; MCGAUGHB, J.J.L.; PIOMELLI, D. Fat-induced satiety factor oleoylethanolamide enhances memory consolidation. **PNAS**, v. 106, n. 19, p. 8027-8031, 2009.

CASTLE, W.S., ROUSE, R.E. Total mineral content of Floridarus nurseries plants. Proceedings of the Florida State. **Horticultural Society**, v. 103, p. 42-44, 1991.

COSTA, A.C; DECARLOS 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**, v. 33, n. 4, p. 1283-1293, 2011.

COMERFORD, K.B.; AYOOB, K.T.; MURRAY, R.D.; ATKINSON, S.A. The Role of Avocados in Maternal Diets during the Periconceptional Period, Pregnancy, and Lactation. **Nutrients**, v. 8, n. 313, p. 1-20 2016.

COSTA, J.M.G.; TOMÁS, J.C.; ROSA, A.J.G. A análise foliar no Abacateiro. 2014.

DAIUTO, E.R.; TREMOCOLDI, M.A.; ALENCAR, S.M.; VIEITES, R.P.; MINARELLI, P.H. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 417-424, 2014.

DONADIO, L.C., ABACATE PARA EXPORTAÇÃO: **FRUPEX, E. (Org.)**. 2. ed. p.53. 1995.

EDWARDS, C. G.; WALK, A.M.; THOMPSON, S.V.; REESER, G.E.; ERDMAN, J.W.; BURD, N.A.; HOLSCHER, H.D.; KHAN, N.A. Effects of 12-week avocado consumption on cognitive function among adults with overweight and obesity. **International Journal of Psychophysiology**, n. 148, p. 13-24, 2019.

FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), **FAOSTAT**: food and agricultural commodities production Acesso em: 14 de maio de 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

FOOD SERVICES NEW. **Mercado: crise do abacate? 2019**. Acesso em: 03 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.foodservicenews.com.br/mercado-crise-do-abacate/>

GAZIT, S. Pollination and fruit set of avocado. **Institute of Food and Agricultural Sciences**. p. 88-92. 1976.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R., Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127. 2003.

GRACE SIERRA: Less nutrients and more growing power with Osmocote Plus. Grace Sierra International B.V., **De Meern, The Netherlands**, 1994.

HARAGUCHI, L.M.M.; CARVALHO, O.B.de. Plantas Medicinais: do curso de plantas medicinais. São Paulo: **Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente**. 248 p., 2010.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **produção de abacate**. Acesso em: 20 de setembro de 2020. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/>

KLOOSTER, W.S.; CREGG, B.M.; FERNANDEZ, R.T.; NZOKOU, P. Growth and physiology of deciduous shade trees in response to controlled-release fertilizer. **Scientia Horticulturae**, v. 135, n. 1, p. 71-79, 2012.

KOLLER, O.C.; Abacaticultura; Porto Alegre; **ed. Da universidade UFGRS**. p. 138, 1984.

LAHAV, E.; KADMAN, A. Avocado Fertilisation. **IPI-Bulletin**, n. 6, 1980.

LIMA R.L.S; SEVERINO L.S; SILVA, M.I.L; VALE, L.S; BELTRÃO, N.E.M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agroecologia**, v. 30, n. 3, p. 480-486, 2006.

LOPES, M.C. Doses de lodo de esgoto na produtividade e qualidade dos frutos de abacateiro ‘hass’, **Dissertação (Mestrado)**. Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura), Universidade de Unesp, Botucatu. p. 91, 2018.

LOPES, N.F.; LIMA, M.G.S. Fisiologia de produção. **Editora UFV**, p. 492, 2015.

LOPES, P.S.N. et al. Efeito de nitrocálcio e cloreto de potássio sobre o desenvolvimento de mudas de maracujá amarelo propagadas em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 19, n. 3, p. 387-391, 1997.

LOTTENBERG, A.M.P.; NUNES, V.S.; NAKANDAKARE, E.R.; NEVES, M.; BERNIK, M.; SANTOS, J.E.; QUINTÃO, E.C.R. Eficiência dos ésteres de fitoesteróis alimentares na redução dos lípides plasmáticos em hipercolesterolêmicos moderados. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 79, n. 2, p. 139-142, 2002.

LU, Q.; ZHANG, Y.; WANG, Y.; WANG, D.; LEE, R.; GAO, K.; BYRNS, R.; HEBER, D. California Hass Avocado: Profiling of Carotenoids, tocopherol, fatty acid, and fat content during maturation and from different growing areas. **Journal Agriculture Food Chem.** v. 57, n. 21, p. 10408–10413, 2009.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London: **Academic Press**, 889p., 1995.

MENDONÇA, V.; ABREU, N.A.R.; 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**, v. 32, n. 2, p. 391-397, 2008.

MENEGATTI, R.D.; BIANCHI, V.J. Características fisiológicas, nutricionais e de crescimento de porta-enxertos de pessegueiro submetidos a diferentes fontes e doses de fertilizantes. **Cascavel**, v. 8, n. 4, p. 64-78, 2019.

MONTENEGRO, H.W.S. Situação de abacaticultura Brasileira. **In: Anais do I simpósio sobre abacaticultura**, 1978.

MOTA, E.P. Fertilizantes nitrogenados de liberação gradual: longevidade e volatilização em ambiente controlado. **Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)**, 104p., 2013.

NATALE, W.; LIMA NETO, A.J.de.; ROZANE, D.E.; PARENT, L.E.; CORRÊA, M.C.M. Mineral nutrition evolution in the formation of fruit tree rootstocks and seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 6, p. e-133, 2018.

NICOLOSO, F.P.; FORTUNATO, R.P.; ZANCHETTI, F.; CASSOL, L.F.; EISINGER, S.M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* E *Apuleia leiocarpa*. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 987-992, 2000.

O PAÍS. Manica vai exportar três mil toneladas de abacate para o mercado europeu. Moçambique, 2020. Acesso em: 13 de agosto de 2020. Disponível em: <http://www.opais.sapo.mz.com>

PEREIRA, P.C.; MELO, B. de; FREITAS, R.S. de; TOMAZ, M.A.; TEIXEIRA, I.T. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde**, v. 5, n. 3, p. 136 -142, 2010.

PINHO, E.K.C.; LOPES, A.N.K.; COSTA, A.C.; SILVA, A.B.V.; VILAR, F.C.M.V.; REIS, R.G.E. Substratos e tamanhos de recipiente na produção de mudas de baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência Agrícola**, v. 16, n. 1, p. 11-19, 2018.

POMPENOE, W. Early History of the avocado, California. **California Avocado Association**, P.106-110, 1934.

REIS, G.G. Análise de crescimento de plantas- Mensuração do crescimento. **Centro de pesquisa agropecuária do tropico húmido**, 1978.

RIBEIRO, M.C.C.; MORAIS, M.J.A. de; SOUSA, A.H. de; LINHARES, P.C.F.; BARROS JÚNIOR, A.P. Produção de mudas de maracujá-amarelo com diferentes substratos e recipientes. **Revista verde**, v.18, n.3, p.155-158, 2005.

ROZANE, D.E.; PRADO, R.M.; NATALE, W.; ROMUALDO, L.M.; FRANCO, C.F. Caracterização biométrica e acúmulo de nutrientes em porta-enxertos de caramboleira cultivada em solução nutritiva. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 426-436, 2013.

SAULS, J.W.; PHILLIPS, R.L.; JACKSON, L.K. Mineral nutrition of avocados. **Institute of Food and Agricultural Sciences**, p. 42-46, 1976.

SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F.; FERREGUETTI, G.A. Adubo de fertilizacão lenta na produção de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 874-883, 2010.

SHAVIV, A.; RABAN, S.; ZAIDEL, E. Modeling controlled nutrient release from polymer coated fertilizers: diffusion release from single granules. **Environmental Science & Technology**, v. 37, n. 10, p. 2251-2256, 2005.

SIMÃO, S. Manual de fruticultura. **ed. Agrônomo ceres**, 530p., 1971.

SOARES, H.F.; ITO, M.K. O ácido graxo monoinsaturado do abacate no controle das dislipidemias. **Revista Ciência Médica**. v. 9, n. 2, p. 47-51, 2000.

SOUZA, J.S.; BRUTTI, C.E.Q.; BRANDÃO, J.A.C.; VARGAS, N.C.; DAL PUPO, H.D. Efeitos da adição do abacate na alimentação de ratos wistar, **Boa Vista**, n. 01, 13p., 2013.

STOREY, W.B.; BERGH, B.; ZENTMYER, G.A.; The Origem, Indigenous Range, and Dessimination of the avocado. **California Avocado Society**, p. 127-133, 1986.

SUPPO, F.R., El aguacate. **A.G.E Editor**, p. 167, 1982.

SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.D.DE.; RADMANN, E.B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004.

TEIXEIRA, C.G. ABACATE: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2ª. ed. **Série Frutas Tropicais**, n. 8, p. 250, 1991.

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**, v. 19, n. 2, p. 157-168, 2009.

TRENKEL, M. Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient efficiency in agriculture. 2nd ed. Paris: **International Fertilizer Industry Association**, p. 163, 2010.

VALE, D.W.de; PRADO, R.M.; SOUZA, H.A.de; MARTINS, A.B.G. Doses de nitrogênio, fosforo e potássio na nutrição do porta-enxerto de cítrico de limoeiro ‘cravo’. **Scientia agraria**, v. 10, n.1, p. 061-066, 2009.

WANG, L.; TAO, L.; HAO, L.; TODD H STANLEY, T.H.; HUANG, K.; LAMBERT, J.D.; KRIS-ETHERTON, P.M. A Moderate-Fat Diet with One Avocado per Day Increases Plasma Antioxidants and Decreases the Oxidation of Small, Dense LDL in Adults with Overweight and Obesity: A Randomized Controlled Trial, **The Journal of Nutrition**, v. 150, n. 2, p. 276-284, 2020.

WANG, L.; BORDI, P.L.; FLEMING, J.A.; HILL, A.M.; KRIS-ETHERTON, P.M. Effect of a Moderate Fat Diet with and Without Avocados on Lipoprotein Particle Number, Size and Subclasses in Overweight and Obese Adults: A Randomized, Controlled Trial. **Journal of the American Heart Association**. v. 4, n. 1, p. e-001355, 2015.

WAO (Organização Mundial de Abacates). New trends to further drive avocado growth in 2019. Acesso em: 06 de maio de 2020. Disponível em: <http://www.producebusinessuk.com>

WENDLING, I.; FERRARI, M.P. GROSSI, F. Curso intensivo de viveiros e produção de mudas. **Embrapa Florestal**. 2002.

ZACCHEO, P.V.C.; AGUIAR, R.S.de.; STENZEL. N.M.C.; NEVES, C.S.V.J. Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 603-607, 2013.

CAPÍTULO I
CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE ABACATEIRO EM
DIFERENTES ALTURAS DE RECIPIENTE E DOSES DE FERTILIZANTE DE
LIBERAÇÃO LENTA

CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE ABACATEIRO EM DIFERENTES ALTURAS DE RECIPIENTE E DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA

RESUMO

A obtenção de mudas de qualidade é uma fase decisiva para a implantação e o sucesso de pomares de abacateiro (*Persea americana* Mill). O tamanho de recipientes e a nutrição são fatores importantes a serem considerados na produção de mudas com características e qualidade desejada. Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta na qualidade de porta-enxertos de abacateiro, foi implantado um experimento para a obtenção de porta-enxertos seminais. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, no esquema fatorial 4 x 5 composto por quatro alturas de recipiente (20, 25, 30 e 35 cm, correspondendo a volumes de: 1,15, 1,40, 1,70 e 2,00 litros respectivamente), e cinco doses de fertilizante de liberação lenta (0, 4, 8, 16 e 24 kg.m⁻³) da marca Basacote® com a formulação NPK 14-8-12(+2), com a utilização do substrato comercial da Mecplant®. Os porta-enxertos obtidos foram avaliados quanto as características morfológicas da parte aérea e radicular. Foram observadas interações significativas entre os fatores alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta para as variáveis morfofisiológicas (área foliar estimada, número de folhas e altura das plantas) ao longo do tempo, sistema radicular (enovelamento da raiz, número de nó radicular, número de raízes por nó e comprimento da raiz principal) e para a massa seca da folha até aos 150 dias após a semeadura. Aos 125 dias após a semeadura, os porta-enxertos de abacateiro apresentam diâmetro do caule ideal com aproximadamente 7 mm para receber o enxerto, sendo que os recipientes de altura 30 e 35 cm e dose de fertilizantes até 3 kg.m⁻³ apresentaram os melhores resultados para a obtenção de porta-enxertos de melhor qualidade.

Palavras-chave: Produção de mudas. Adubação. Características morfofisiológicas

GROWTH OF AVOCADO ROOTSTOCKS IN DIFFERENT HEIGHTS OF CONTAINER AND DOSES OF SLOW RELEASE FERTILIZER

ABSTRACT

Obtaining quality seedlings is a decisive phase for the establishment and success of avocado orchards (*Persea americana* Mill). Containers size and nutrition are important factors to be considered in the production of seedlings with characteristics and desired quality. In order to evaluate the effect of different container heights and doses of slow-release fertilizer on the quality of avocado rootstocks, an experiment was implemented to obtain seminal rootstocks. The design used was randomized blocks, in a 4 x 5 factorial scheme composed of four container heights (20, 25, 30 and 35 cm, corresponding to volumes of: 1,15, 1,40, 1,70 and 2, 00 liters respectively), and five doses of slow-release fertilizer (0, 4, 8, 16 and 24 kg.m⁻³) from the Basacote® brand with the formulation NPK 14-8-12 (+2), using commercial substrate from Mecplant®. The rootstocks obtained were evaluated for the morphological characteristics of the aerial and root parts. Significant interactions were observed between the factors of container heights and doses of slow release fertilizer for the morphophysiological variables (estimated leaf area, number of leaves and plant height) over time, root system (root folding, number of root knots) , number of roots per node and length of the main root) and for the leaf dry mass up to 150 days after sowing. At 125 days after sowing, avocado rootstocks have an ideal stem diameter of approximately 7 mm to receive the graft, with 30 and 35 cm height containers and 4 kg.m⁻³ fertilizer dose showing the best results for obtaining better quality rootstocks.

Keywords: Seedling production. Fertilization. Morphophysiological characteristics.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 10 anos houve expansão da área cultivada de abacateiro no mundo, atingindo uma taxa de crescimento de 86% (FAO, 2020). Com a expansão da área cultivada, houve a necessidade de oferta de mudas, sendo que muitas das mudas comercializadas não apresentam qualidade sanitária, genética e nutricional.

Na propagação de espécies frutíferas, a muda é um componente que intensifica o nível de resposta a toda a tecnologia empregada no cultivo, sendo decisiva na redução dos custos (OLIVEIRA et al., 2004). Contudo, a qualidade é influenciada diretamente pelo ambiente, visto que a eficácia de diversos fatores varia em função de sua quantidade e o seu uso no ambiente (LOPES e LIMA, 2015).

De acordo com Brachtvogel e Malavasi (2010), a produção de mudas requer a utilização de recipientes com dimensões limitadas, e a fertilização é considerada como um fator decisivo para o desenvolvimento, devido ao longo período de permanência dessas plantas nesses recipientes o que torna o sistema radicular sujeito a restrições físicas, e os substratos susceptíveis a perdas de nutrientes por lixiviação.

A escolha do recipiente é de suma importância para o sucesso da formação de mudas, por proporcionar melhor controle da nutrição, proteger as raízes de danos mecânicos e desidratação, além de facilitar o manejo das mudas em viveiro (GOMES et al., 2003).

As dimensões dos recipientes trazem implicações de ordem técnica e econômica, sendo favoráveis aquelas que proporcionam equilíbrio entre o custo de produção e a possibilidade de obter maior número de mudas de qualidade por metro quadrado (OLIVEIRA, 2002), com isso o formato e o tamanho do recipiente influenciam na capacidade de sobrevivência das plantas em campo, assim como, afetam diretamente no desenvolvimento e acúmulo de biomassa (ANTONIAZZI et al., 2013).

Esses fatores podem também influenciar nos custos finais da muda pois influenciam na quantidade de insumos utilizados, no espaço que irá ocupar no viveiro e em diversas atividades nela empregadas (QUEIROZ e MÉLEM JUNIOR, 2001), além dos custos de transporte, manutenção e distribuição das mudas no campo (GONZALES, 1988). Conforme Vallone (2009), na produção de muda com qualidade, a altura do recipiente é mais importante que o diâmetro.

Segundo Souza et al. (2015), para manter pomares produtivos e de vida longa, é necessário obter plantas saudáveis e bem nutridas. A utilização de fertilizantes convencionais, é comum na produção de mudas de fruteiras, entretanto, acarreta custos elevados em mão-de-obra e aquisição de fertilizantes para a reposição dos mesmos devido a rápida solubilidade desses fertilizantes.

De acordo com Scivittaro et al. (2004), o uso de fertilizantes de liberação lenta tem se intensificado na produção de mudas em virtude da sua praticidade pois reduz a mão-de-obra para a reposição de fertilizantes perdidos. Os fertilizantes de liberação lenta, são produtos constituídos por grânulos que contêm uma combinação homogênea de nutrientes, recoberta por uma resina orgânica que disponibiliza de forma gradativa os nutrientes, tornando-os disponíveis em estádios de maior demanda pela planta, evitando a perda por lixiviação, e dispensando aplicações parceladas de outras fontes, reduzindo assim os custos produtivos (AZEEM et al., 2014).

Estes fertilizantes proporcionam liberação contínua de nutrientes em função do tempo, eliminando a necessidade de parcelamento das adubações, favorecendo o equilíbrio entre a demanda com a disponibilidade de nutrientes por determinado tempo (TEIXEIRA, 2009) e reduzem a toxicidade em mudas causadas por altas concentrações iônicas da dissolução rápida de fertilizantes solúveis (BENNETT, 1996).

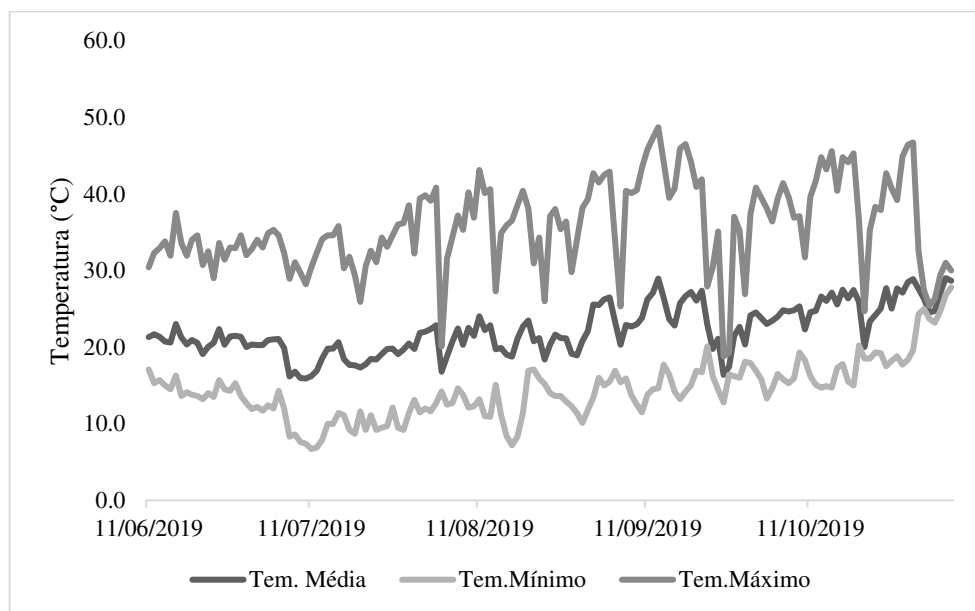
Mesmo o abacateiro sendo cultivado em regiões tropicais e subtropicais do mundo, há pouca informação em relação à utilização de recipientes no processo de formação de mudas. Desta forma, buscou-se caracterizar recipientes propícios a produção de mudas com qualidade em abacateiro, visto o volume do recipiente ser importante para o desenvolvimento do sistema radicular, assim estudos sobre a altura do recipiente são necessários, além de identificar a concentração ideal de fertilizante de liberação lenta que contribua para a formação da muda.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização do local de estudo

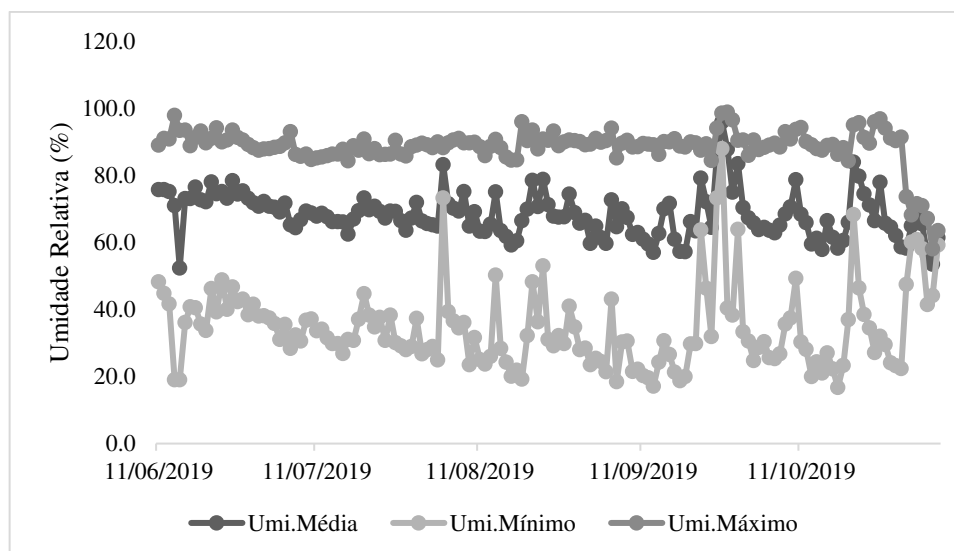
O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação pertencente a Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão/Pomar Campus, do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa (20°45'26" Latitude Sul e 42°52'08" Longitude Oeste e 648 m de altitude), no período de abril de 2019 a fevereiro de 2020, sendo de abril a novembro de 2019 realizadas as atividades na casa de vegetação e de novembro a dezembro, atividades no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas. Durante as atividades em casa de vegetação, houve variação de temperatura e umidade relativa apresentadas nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Temperatura (máxima, mínima e média) no interior da casa de vegetação no campus da Universidade Federal de Viçosa durante o período experimental (julho a novembro de 2019).



Fonte: Autora (2019)

Figura 2 - Umidade relativa (máxima, mínima e média) no interior da casa de vegetação no campus da Universidade Federal de Viçosa durante o período experimental (julho a novembro de 2019).



Fonte: Autora (2019)

2.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 4 x 5 (altura de recipiente x dose de fertilizante), totalizando vinte tratamentos (Tabela 1), com cinco repetições, perfazendo 100 unidades experimentais - cada unidade experimental foi composta por três plantas, totalizando uma população de 300 indivíduos. Quatro alturas de recipiente foram testadas, a saber: 20, 25, 30 e 35 cm que correspondem a volumes de 1,15, 1,40, 1,70 e 2,00 litros, as demais dimensões do recipiente foram mantidas inalteradas, sendo 18 cm de diâmetro e 0,8 mm de espessura. Quanto ao fertilizante de liberação lenta, as doses aplicadas foram 0; 4; 8; 16 e 24 kg m⁻³ de substrato.

Tabela 1 – Identificação dos tratamentos resultantes de diferentes alturas de recipiente (cm) e doses de fertilizante de liberação lenta (kg m⁻³).

Altura do recipiente (cm)	Doses do fertilizante de liberação lenta (kg m ⁻³)				
	0	4	8	16	24
20	E20F0	E20F4	E20F8	E20F16	E20F24
25	E25F0	E25F4	E25F8	E25F16	E25F24
30	E30F0	E30F4	E30F8	E30F16	E30F24
35	E35F0	E35F4	E35F8	E35F16	E35F24

2.3 Implantação do experimento

Para obtenção das sementes, frutos de abacateiro, cultivar Collinson (híbrido da raça guatemalense x raça antilhana) foram coletados na Fazenda Experimental de Araponga, em Araponga - Minas Gerais, pertencente a UFV. As sementes foram extraídas de frutos padronizados quanto ao tamanho e isentos de danos mecânicos e ataques por pragas e doenças, previamente colocados em ambiente fechado por quatro dias para a padronização do amadurecimento.

Os frutos foram cortados transversalmente com faca, evitando ferimentos a semente, sendo as mesmas extraídas e posteriormente lavadas em água corrente. Com intuito de evitar a perda de umidade das sementes, procedeu-se a semeadura imediata em recipientes de polietileno, preenchidos com substrato composto por casca de pinus, vermiculita e micronutrientes e diferentes doses de fertilizante de liberação lenta na formulação 14-08-12 (+2 – concentração de enxofre), cuja a composição é descrita na Tabela 2, padronizando-se a profundidade da semente em 5 cm, com a parte apical da semente voltada para cima.

Foram realizados os tratos culturais recomendados a produção de mudas em ambiente protegido, tais como irrigação, controle de pragas e eliminação manual das plantas daninhas.

Tabela 2 - Composição química e física do fertilizante de liberação lenta (FLL) usado no experimento. Informação disponibilizadas no rótulo do recipiente do produto.

	Nitrogénio (NH ₄)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potássio (K ₂ O)	Magnésio (MgO)	Enxofre (SO ₄)	Ferro (Fe)	Boro (Bo)	Zinco (Zn)	Manganês (Mn)	Molibdênio (Mo)	Diâmetro Do granulado
FLL											
(%)	15	8	12	1,2	4	0,4	0,02	0,05	0,06	0,015	2,5-3,5

2.4 Variáveis avaliadas

2.4.1 Emergência

Mensurada diariamente, porém considerou-se os valores semanais, devido a desuniformidade de emergência das sementes de abacateiro, tendo-se em conta a emissão dos

cotilédones visíveis. Avaliou-se o percentual de emergência (E - %), índice de velocidade de emergência (IVE) - fórmula 1 e o tempo médio (TM - dias) – fórmula 2, ambas de acordo com (COSMO, 2017).

$$IVE = E_1 / N_1 + E_2 / N_2 + \dots E_n / N_n \quad (1)$$

$$TM = \sum n_i * t_i / \sum n_i \quad (2)$$

Onde: $E_1, E_2, \dots, E_n$ = número de sementes emergidas a cada contagem; $N_1, N_2, \dots, N_n$ = número de dias decorridos até a primeira, segunda e enésima contagem; n_i = número de sementes emergidas no dia i ; t_i = número de dias decorridos após a semeadura.

2.4.2 Variáveis morfofisiológicas

Para a avaliação das variáveis de crescimento dos porta-enxertos, a partir dos 15 dias após a emergência de cada planta, efetuaram-se avaliações quinzenais de: número de folhas desenvolvidas, altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm) de todas as plantas em cada parcela experimental. Dentro de cada parcela experimental, uma das plantas foi identificada e avaliada o comprimento e largura de todas as folhas desenvolvidas para posterior estimação da área foliar pelo método não destrutivo, utilizando-se o modelo de regressão linear múltipla $Y = -111,463 + (5,27 * C) + (14,218 * L)$. Este modelo foi ajustado previamente para a estimação da área foliar como base para medidas lineares de comprimento e largura das folhas em trinta plantas de abacateiro coletadas no pomar da Universidade Federal de Viçosa.

Aos 125 dias após a semeadura, procedeu-se a análise destrutiva do bloco número três constituído de três plantas por parcela experimental, sendo considerada cada planta uma repetição, totalizando 3 repetições. Esta avaliação foi repetida aos 150 e 175 dias após a semeadura com a destruição do bloco número dois, e aos 175 dias após a semeadura. Em cada período, avaliou-se os seguintes parâmetros: enovelamento das raízes, número de nós radiculares (Figura 3), número de raízes por nó radicular, comprimento da raiz principal, número de raízes secundárias.

A cada avaliação destrutiva, as plantas foram removidas cuidadosamente, evitando não danificar as raízes, em seguida cortadas na base do colo e separadas as frações (folhas e o caule) e com auxílio de uma peneira e água corrente removeu-se o substrato das raízes para avaliações posteriores. Com as raízes limpas foram contados os nós radiculares; as raízes por nó radicular

e obtido a média; a presença e o número de raízes secundárias, percentagem de plantas com raízes enoveladas, e com o auxílio de régua graduada fez-se a medição do comprimento da raiz principal. Em seguida foram colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçada a temperatura de mais ou menos 65°C até atingir o peso constante em mais ou menos 72 horas, onde foram avaliadas as variáveis: MSF - Massa Seca de Folhas, MSC - Massa Seca de Caule, MSR - Massa Seca de Raízes, MSPA - Massa Seca da Parte Aérea e MST- Massa Seca Total.

Figura 3 – Ilustração de nó das raízes - feixes de raízes com origem na mesma região (no círculo) e da raiz principal de planta jovem de abacateiro (seta).



Foto: Autora (2019)

2.5 Análises estatísticas

Antes de serem submetidas a análise de variância as alturas de recipiente para efeito de comparações estatísticas foram consideradas categorias. Os dados foram submetidos à um teste de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Bartlett) a 5 % de probabilidade, em seguida realizou-se a análise de variância para o fator alturas de recipiente e para as doses de fertilizante realizou-se a análise de regressão, pois os tratamentos do fator doses de fertilizante são de natureza quantitativa, seguida de comparação de média do fator altura de recipientes pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas no programa estatístico Genes (CRUZ, 2013) e no pacote estatístico R (ExpDes.pt) do programa acima, admitindo-se o erro de até 5 % de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Emergência

A emergência de plântulas de abacateiro iniciou-se aos vinte e oito dias após a semeadura tendo se estendido até aos cento e quarenta e dois dias, este período extenso de emergência, pode ter sido influenciada pelas características genéticas da própria semente, visto que foram tomados cuidados na seleção das sementes e no manejo. De maneira semelhante, Paixão et al. (2016) e Oliveira et al. (2010) constataram início aos trinta e trinta e três dias respectivamente após a semeadura e a estabilidade aos sessenta e três dias com cerca de 88 % de plantas emergidas em plântulas de abacateiro das cultivares Collinson e Hass em estudos de caracterização morfológica de frutos e sementes.

No experimento, o tempo médio de emergência foi de 75 dias e a porcentagem média de emergência foi de 89,3%. Paixão et al. (2016), observaram percentagens de 84 a 92% na cultivar Collinson.

As doses elevadas de fertilizante de liberação lenta, influenciaram no índice de mortalidade de plântulas chegando a atingir 20% de em ambientes com doses de fertilizantes acima de 16 kg.m^{-3} . Problemas similares são constatados quando se utilizam altas doses de fertilizantes convencionais que são de alta solubilidade, principalmente na fertilização inicial, o que eleva a concentração salina do substrato promovendo a diminuição da germinação das sementes ou em retardo no crescimento inicial das mudas (TEIXEIRA, 2009).

3.2 Variáveis morfofisiológicas

Os resultados da análise estatística demonstram existir interações significativas ($p < 0,05$) entre os fatores alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta para as variáveis: área foliar estimada aos 30 e 75 dias, sendo que 15 dias após a emergência as plantas não apresentam área foliar, número de folhas aos 15 e 90 dias e alturas de plantas aos 75 e 90 dias após a emergência. Não foi observada interação entre os fatores para a variável diâmetro de caule, que foi influenciada significativamente somente pelas doses de fertilizante de liberação lenta a partir dos 30 dias após a emergência (Tabela 3).

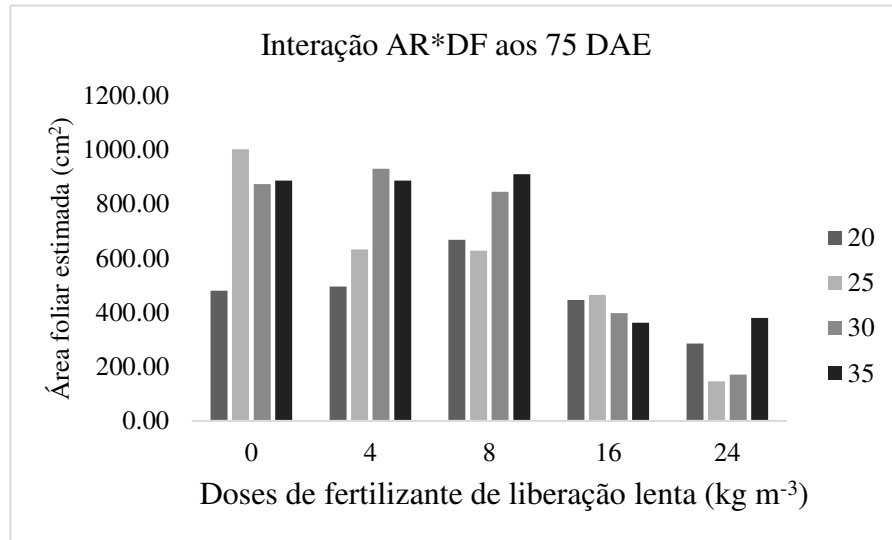
Tabela 3 – Resumo da análise de variância para variáveis de crescimento morfofisiológicos até aos 90 DAE (dias após a emergência) no intervalo de 15 dias em função da altura de recipiente (AR) e doses de fertilizante de liberação lenta (DF).

	DA	15	30	45	60	75	90
E							
Fatores de variação	GL	Quadrado médio					
-----Área foliar estimada (cm²)-----							
AR	3	-----	26.175 ^{**}	268.103 [*]	216.435 ^{ns}	632.604 ^{ns}	639.657 ^{ns}
DF	4	-----	33.711 ^{**}	573.250 ^{**}	2.459.379 ^{**}	4.966.820 ^{**}	9.328.599 ^{**}
AR*DF	12	-----	87.724 ^{**}	256.490 ^{ns}	470.111 ^{ns}	1.279.982 [*]	2.304.039 ^{ns}
CV (%)		-----	59,37	69,54	44,58	38,26	38,15
-----Número de folhas-----							
AR	3	261,80 ^{**}	0,56 ^{ns}	9,31 ^{ns}	16,19 ^{ns}	32,75 ^{ns}	74,04 [*]
DF	4	11,86 ^{ns}	17,86 ^{ns}	79,94 ^{**}	230,66 ^{**}	294,56 ^{**}	757,04 ^{**}
AR*DF	12	116,30 ^{**}	29,74 ^{ns}	20,54 ^{ns}	38,86 ^{ns}	113,2 ^{ns}	229,36 ^{**}
CV (%)		52,26	19,47	13,36	15,21	15,62	15,47
-----Altura de planta (cm)-----							
AR	3	66,75 ^{**}	208,75 ^{**}	175,67 [*]	112,00 ^{ns}	53,00 ^{ns}	110,80 ^{ns}
DF	4	27,83 ^{ns}	431,14 ^{**}	958,41 ^{**}	1.392,00 ^{**}	2.659,30 ^{**}	5.797,30 ^{**}
AR*DF	12	48,74 ^{ns}	91,03 ^{ns}	151,30 ^{ns}	274,50 ^{ns}	603,80 [*]	1.327,60 ^{**}
CV (%)		27,06	21,33	18,89	17,46	17,30	18,56
-----Diâmetro de caule (mm)-----							
AR	3	6,37 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,81 ^{ns}	3,03 ^{ns}	5,22 [*]
DF	4	10,36 ^{ns}	8,24 ^{**}	30,51 ^{ns}	42,47 ^{**}	63,72 ^{**}	119,23 ^{**}
AR*DF	12	17,27 ^{ns}	3,30 ^{ns}	2,40 ^{ns}	3,89 ^{ns}	5,68 ^{ns}	11,09 ^{ns}
CV (%)		44,50	11,90	11,09	11,20	11,24	11,60

GL: Graus de liberdade, CV: coeficiente de variação, ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente

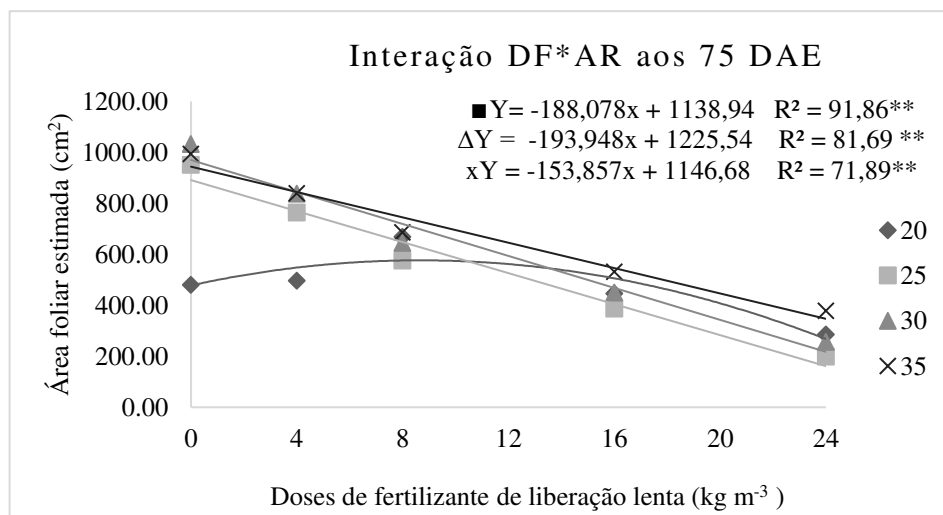
O desdobramento da interação de alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta para as três variáveis de crescimento, permitiu comparar as alturas de recipiente dentro de cada dose de fertilizante e vice-versa. Para a variável área foliar estimada, foi constatado que as doses em até 8 kg m⁻³ de fertilizante de liberação lenta proporcionaram maiores médias em todas as alturas de recipiente (Figura 4), sendo as alturas de 30 e 35 cm com maiores médias e quase que igual nas três doses. Com o aumento das doses há uma redução de produção de área foliar independente da altura de recipiente.

Figura 4 - Desdobramento da interação de alturas de recipiente dentro de doses de fertilizante de liberação lenta na estimação da área foliar de porta-enxerto de abacateiro aos 75 dias após a semeadura.



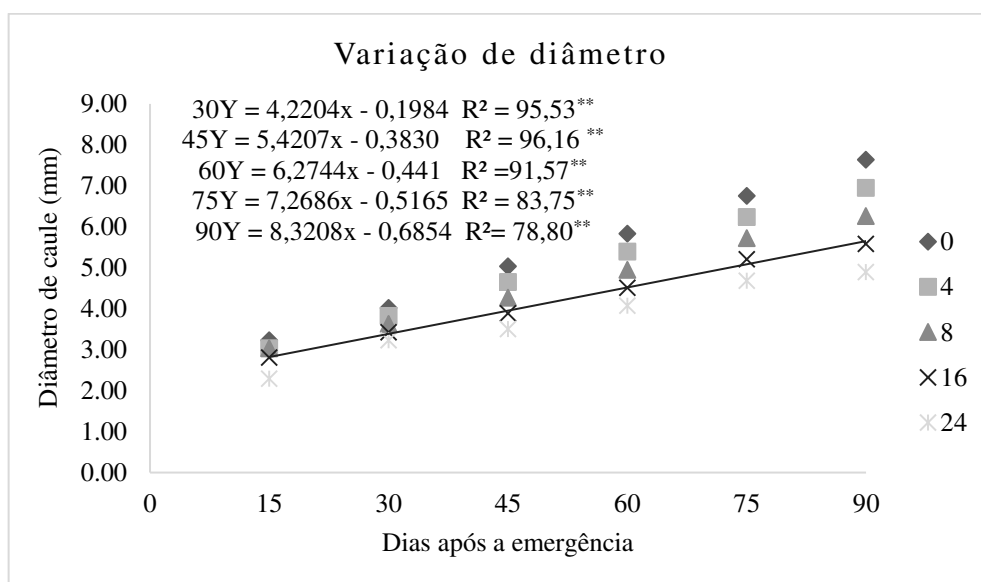
Ao analisar as doses de fertilizante dentro de alturas de recipiente, observou-se um comportamento linear decrescente com o aumento de doses de fertilizante de liberação lenta. Os recipientes de 30 e 35 cm de altura promoveram melhores resultados (Figura 5), porém em recipiente de altura menor, observou-se um comportamento quadrático com o aumento de doses de fertilizante de liberação lenta, houve aumento de área foliar estimada até a dose de 8 kg m^{-3} e seguida em doses mais elevadas verificou-se redução do crescimento.

Figura 5 - Desdobramento da interação de doses de fertilizante de liberação lenta dentro de alturas de recipiente na estimação da área foliar de porta-enxertos de abacateiro aos 75 dias após a emergência.



Com relação ao diâmetro do caule, observou-se que aos 90 dias após a emergência, ou seja, aos 125 dias após a semeadura, as plantas apresentaram um diâmetro médio próximo e ou superior a 7,00 mm em até 15 cm de alturas da planta, sendo este diâmetro considerado ideal para a realização de enxertia de acordo com Costa et al. (2011). Os maiores diâmetros foram obtidos em tratamentos com menor dose de fertilizante e o seu aumento reduz o tamanho dos diâmetros de caule (Figura 6) e quando analisada as alturas de recipiente ao longo do tempo, a diferença significativa foi constatada somente aos 90 dias após a emergência (Tabela 4), contudo a mesma não foi suficientemente explicada quando comparadas as médias.

Figura 6 – Variação de diâmetro de caule ao longo do período de avaliação em função de doses de fertilizante de liberação lenta.



Analisando a influência das alturas de recipientes a partir da compração de médias, verificou-se diferença significativa para a variável área foliar estimada aos 45 dias após a emergência e para a altura das plantas dos 15 aos 45 dias após a emergência (Tabela 4).

Ressaltar que em tratamento sem adição de fertilizante de liberação lenta, as plantas tiveram crescimento semelhante aos tratamentos com doses 4 e 8 kg m⁻³ de substrato, esse comportamento pode provavelmente ter sido influenciado pela quantidade mínima de macro e micronutrientes encontrados no substrato comercial utilizado, assim como a reserva de nutrientes presente nas semente de abacateiro, segundo Silva et al. (1980), a semente de abacate apresenta a seguinte composição química: macronutrientes (1,21% de N; 0,13% de P; 1,26% de K; 0,04% de Ca; 0,02% de Mg; 0,10% de S) e micronutrientes (12 ppm de B; 43 ppm de Fe; 13 ppm de Cu; 9 ppm de Mn; 15 ppm de Zn; 0,09 ppm de Mo).

Tabela 4 – Comparação de médias pelo teste Tukey para variáveis de crescimento morfofisiológicos a partir de 15 aos 90 DAE (dias após a emergência) no intervalo de 15 dias em função da altura de recipiente (AR).

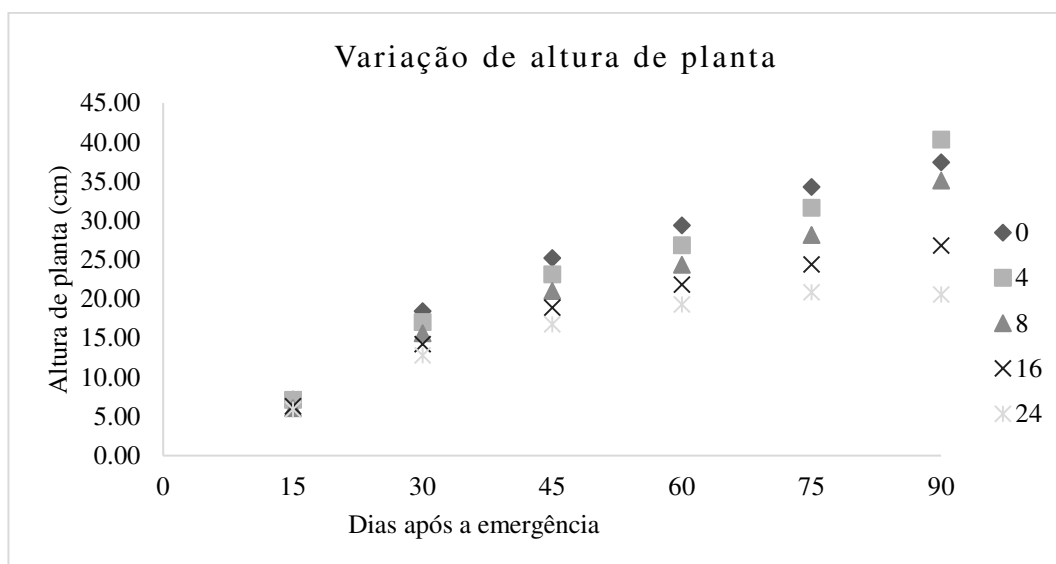
	DAE	15	30	45	60	75	90
-----Área foliar estimada (cm ²)-----							
Alturas de Recipiente	20	-----	-----	190,24b	367,09	-----	739,83
	25	-----	-----	169,52b	402,11	-----	889,52
	30	-----	-----	197,07ab	451,34	-----	930,60
	35	-----	-----	302,87a	489,10	-----	938,36
	Média	-----	56,46	214,93	427,41	594,63	874,58
-----Número de folhas-----							
Alturas de Recipiente	20	-----	7,00	8,44	10,04	-----	-----
	25	-----	6,80	8,40	10,48	-----	-----
	30	-----	6,96	8,76	10,96	-----	-----
	35	-----	6,92	9,16	11,04	-----	-----
	Média	3,93	6,92	8,69	10,63	14,27	16,46
-----Altura de planta (cm)-----							
Alturas de Recipiente	20	7,85a	17,89a	23,02a	25,34	-----	-----
	25	5,62b	14,59b	20,01b	23,22	-----	-----
	30	6,34b	15,88ab	21,37ab	25,49	-----	-----
	35	6,24b	14,18b	19,64b	23,38	-----	-----
	Média	6,51	16,14	21,01	24,36	26,60	32,20
-----Diâmetro de caule (mm)-----							
Alturas de Recipiente	20	3,17	3,70	4,35	4,92	5,64	6,24ab
	25	2,94	3,62	4,13	4,76	5,48	5,98b
	30	2,47	3,63	4,34	5,14	5,94	6,62a
	35	2,94	3,55	4,27	4,99	5,81	6,22ab
	Média	2,88	3,63	4,27	4,95	5,72	6,27

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não se diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Destaca-se que as doses de fertilizante de liberação lenta têm uma influência altamente significativa no crescimento de porta-enxertos de abacateiro, sendo as doses até 8 kg m⁻³ e recipientes acima de 30 cm de altura as que proporcionaram o melhor resultado de crescimento das mesmas. O acréscimo dessas doses, ocasionou redução nos valores médios das variáveis de crescimento. Tendência semelhante foi observada por Menegatti e Bianchi (2019) quando avaliaram o efeito de diferentes fontes e doses de fertilizante nas características fisiológicas de porta-enxertos de pessegueiro (*Prunus persica* L.) cultivar Capdeboscq.

De maneira geral, doses de fertilizante de liberação lenta da marca Basacote® acima de 4 kg m^{-3} em mudas de abacateiro pode ser caracterizada como fornecimento de luxo, ou seja, ao fornecer doses acima de 4 kg m^{-3} , a planta apresenta o mesmo desenvolvimento da dose de 4 kg m^{-3} o que nos leva a afirmar que acima desta dose seria um gasto desnecessário assim como o aumento dos custos de produção. Doses acima de 8 kg m^{-3} reduz o crescimento das plantas e quando o acréscimo é ainda maior, podem reduzir a altura das plantas (Figura 7), queima das folhas (Foto 1A), seguida de desfolha e finalmente a morte da mesma, ou seja, causa toxidez das plantas.

Figura 7 - Variação das alturas de porta-enxertos de abacateiro em função de diferentes doses de fertilizante de liberação lenta ao longo do tempo.



De acordo com Decarlos Neto et al. (2002), a super dosagem de nitrogênio, pode causar a diminuição de pH do substrato, através da liberação de H^+ produzidos durante o processo de nitrificação da ureia aplicada, favorecendo a redução de crescimento das plantas.

Resultados similares foram obtidos por Decarlos Neto et al. (2002), onde verificaram uma redução da altura de porta enxertos de Citros com a utilização de elevadas doses de N ($3200 \text{ mg N dm}^{-3}$) propagadas em tubetes. Mendonça et al. (2007), ao avaliarem a produção de mudas de maracujazeiro amarelo, verificaram que doses elevadas de fertilizantes de liberação lenta (15-10-10), promovem a redução de crescimento das mudas sendo dosagens até 6 kg.m^{-3} indicadas para a produção de muda. Costa et al. (2011) indicaram que fertilizantes de liberação lenta (15-10-10) são boa alternativa para a produção de mudas de abacateiro e doses em até 8 kg.m^{-3} são as melhores para o crescimento das mudas.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância de enovelamento das raízes (EN), número de nós radiculares (NR), número de raízes por nó radicular (RN), comprimento da raiz principal (CRP), número de raízes secundárias (RS) e matéria seca da folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total da planta (MST) em função da altura de recipiente (AR) e doses de fertilizante de liberação lenta (DF).

Variáveis		EN	NR	RN	CRP (cm)	RS	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	MSPA (g)	MST (g)
Fatores de Variação	GL	Quadrado médio									
-----125 DAS-----											
AR	3	1,25*	421,90**	2,80 ^{ns}	2.125,50***	10,58 ^{ns}	73,94**	16,99*	60,88**	161,79**	401,7**
DF	4	3,60**	369,60**	8,10*	2.405,80***	14,40 ^{ns}	93,30**	30,67**	56,67**	210,62**	470,86**
AR*DF	12	3,33**	2.159,30**	21,37*	1.029,80 ^{ns}	50,67 ^{ns}	139,98**	23,89 ^{ns}	55,62 ^{ns}	221,90 ^{ns}	451,38 ^{ns}
CV (%)		24,53	36,24	57,08	29,76	120,49	59,45	60,84	80,83	55,54	60,93
-----150 DAS-----											
AR	3	0.13 ^{ns}	759,60*	0,40 ^{ns}	1.712,00**	37,92 ^{ns}	38,68 ^{ns}	20,38 ^{ns}	29,88 ^{ns}	109,70 ^{ns}	247,10 ^{ns}
DF	4	2,77**	1.073,80**	1,83 ^{ns}	2.538,50***	3,77 ^{ns}	607,48***	182,71***	272,31*	1.448,30***	2.917,80***
AR*DF	12	4,03***	905,90 ^{ns}	6,43 ^{ns}	2.208,90*	109,17 ^{ns}	299,85 ^{ns}	131,50 ^{ns}	104,20 ^{ns}	802,70 ^{ns}	1.433,70 ^{ns}
CV (%)		20,35	38,97	41,70	29,57	87,76	75,70	73,26	86,95	70,99	74,23
-----175 DAS-----											
AR	3	0,72*	223,10 ^{ns}	0,85 ^{ns}	360,90 ^{ns}	1,78 ^{ns}	18,31 ^{ns}	30,86 ^{ns}	17,46 ^{ns}	94,70 ^{ns}	153,00 ^{ns}
DF	4	0,33 ^{ns}	653,30*	2,07 ^{ns}	1.454,40*	12,40 ^{ns}	32,55*	163,07*	140,59 ^{ns}	938,10*	1.750,10*
AR*DF	12	0,87 ^{ns}	587,50 ^{ns}	5,40 ^{ns}	1.334,10 ^{ns}	54,13 ^{ns}	252,06 ^{ns}	58,02 ^{ns}	124,25 ^{ns}	528,40 ^{ns}	1.096,00 ^{ns}
CV (%)		23,83	34,66	25,06	33,48	38,12	57,00	62,17	65,91	57,69	57,52

GL: Graus de liberdade, CV (%): Coeficiente de variação, ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% pelo teste F.

Ao analisar os efeitos isoladamente, para as variáveis de matéria seca nas folhas, caule, raiz, parte aérea e na planta em geral, observou-se efeito significativo em função das doses de fertilizante de liberação lenta aos 125 e 150 dias após a semeadura e quando avaliada em função das alturas de recipiente, somente aos 125 dias após a semeadura foi observado efeito significativa para todas as variáveis de matéria seca.

O desdobramento da interação das características das raízes, indicou que, até aos 150 dias após a semeadura, as alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta, influenciaram no enovelamento das raízes sendo os recipientes de 20 e 25 cm de altura e doses reduzidas os que mais favorecem o enovelamento das raízes. Com o tempo de permanência de das plantas, há aumento de crescimento da parte radicular, observando-se o aumento de percentagem de enovelamento em todas as alturas de recipiente.

Quanto ao número de nós radiculares e o comprimento da raiz principal, contou-se um comportamento quadrático, sendo a dose 2,52 kg m⁻³ (Figura 8) a que proporcionou o maior

número de nós radiculares com a sua máxima eficiência em recipientes de 35 cm de altura (Figura 9), com o número médio de 25 nós radiculares e 35 cm de comprimento da raiz principal. No entanto, a presença de raízes secundárias não foi influenciada nem pelas alturas de recipientes assim como pelas doses de fertilizante.

Figura 8 - Características de enovelamento da raiz principal (EN), número de nós radiculares (NR), Número de raízes por nó radicular (RN), comprimento da raiz principal (CRP) e número de raízes secundárias (RS) aos 150 dias após a semeadura em função de doses de fertilizante de liberação lenta.

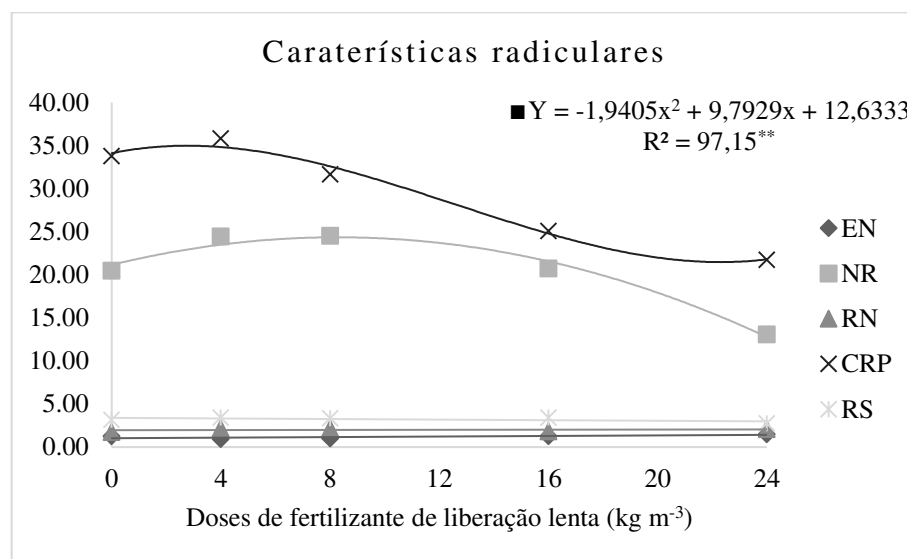
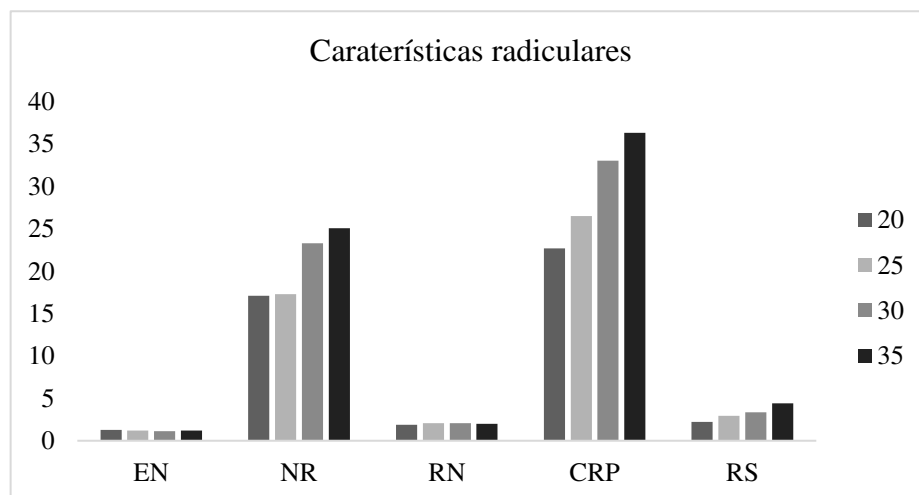


Figura 9 - Características de enovelamento da raiz principal (EN), número de nós radiculares (NR), Número de raízes por nó radicular (RN), comprimento da raiz principal (CRP) e número de raízes secundárias (RS) aos 150 dias após a semeadura em função de altura de recipiente.



De acordo com os resultados de comparação de médias, 125 dias após a semeadura houve diferença significativa das alturas de recipiente para as variáveis de sistema radicular e de matéria seca em todos órgãos das plantas (Tabela 6), sendo os recipientes acima de 30 cm de altura os que proporcionaram as melhores características da arquitetura da raiz e crescimento da planta, isso se deve pela melhor área para exploração da planta e maior disponibilidade de recursos para a satisfação das necessidades da planta.

Tabela 6 – Comparação de média de enovelamento das raízes (EN), número de nó radiculares (NR), número de raízes por nó radicular (RN), comprimento da raiz principal (CRP), número de raízes secundárias (RS) e matéria seca da folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total da planta (MST) em função da altura de recipiente (AR).

Variáveis	EN	NR	RN	CRP	RS	MSF	MSC	MSR	MSPA	MST	
				(cm)		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	
-----125 DAS-----											
Alturas de recipiente (cm)	20	-----	-----	-----	25,27b	1,13	-----	1,43b	1,27b	3,77b	5,04b
	25	-----	-----	-----	21,80b	1,07	-----	2,34ab	2,30ab	6,65ab	8,95ab
	30	-----	-----	-----	22,17b	2,00	-----	1,51ab	1,74b	3,98b	5,72b
	35	-----	-----	-----	36,47a	1,87	-----	2,67a	3,94a	7,54a	11,47a
	Média	1,29	14,57	1,70	26,43	1,52	3,77	1,99	2,31	5,49	7,80
-----150 DAS-----											
Alturas de recipiente (cm)	20	-----	17,07b	1,87	-----	2,20	5,05	2,73	3,45	7,78	11,22
	25	-----	17,27ab	2,07	-----	2,93	6,79	4,09	4,70	10,88	15,58
	30	-----	23,27ab	2,07	-----	3,33	6,69	3,35	4,95	10,04	14,99
	35	-----	25,07a	2,00	-----	4,40	5,24	2,63	3,40	7,86	11,27
	Média	1,20	20,67	2,00	29,62	3,22	5,94	3,20	4,13	9,14	13,27
-----175 DAS-----											
Alturas de recipiente (cm)	20	1,00b	17,07	2,13	25,80	3,73	9,93	5,98	6,00	15,91	21,91
	25	1,00b	22,13	2,33	32,40	3,93	9,38	5,73	6,77	15,12	21,89
	30	1,07ab	19,47	2,13	29,93	4,20	9,39	5,18	6,87	14,57	21,44
	35	1,27a	21,20	2,00	30,93	4,07	8,40	4,12	5,57	12,51	18,08
	Média	1,09	19,97	2,15	29,77	3,98	9,28	5,25	6,30	14,53	20,83

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não se diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey

Aos 150 e 175 dias após a semeadura, observou-se diferença significativa somente para o enovelamento das raízes e o comprimento da raiz principal (pivotante) e os recipientes de 30 e 35 cm de altura as que promoveram melhores resultados, o que nos leva a afirmar que essas alturas de recipiente são as que proporcionam melhores características do sistema radicular e reduzem o enovelamento das raízes, visto que o enovelamento da raiz surgiu quando há uma

obstrução e esta, afeta na expansão da raiz pivotante e consequentemente a arquitetura da raiz fica comprometida.

A baixa disponibilidade de fertilizante proporcionou médias elevadas de volume das raízes, provavelmente seja devido a busca de nutrientes para a manutenção das plantas que favoreceu no maior volume e à medida que vai se aumenta a quantidade de fertilizante, há uma redução de volume de raízes porque a planta tem ao seu dispor quantidades elevadas de fertilizante e assim ela faz pouco esforço para satisfazer as suas necessidades e assim acaba influenciando negativamente no seu crescimento.

Ao analisar fisicamente as características das raízes, constatou-se plantas com raízes bem desenvolvidas e finas nos ambientes em que havia uma restrição de fertilizante (Figura 10 A; Foto 2A), ou seja, até doses de 4 kg.m^{-3} . Em doses acima 4 kg.m^{-3} , as raízes apresentaram-se mais densas, ásperas e malformadas (Figura 10 B; Fotos 3A), o que pode reduzir a absorção de água e sais minerais, portanto, a obtenção de mudas com uma arquitetura da raiz não desejada, corroborado por Mattei (1994), em que ao levar para o campo mudas de *Pinus taeda* com menor crescimento de sistema radicular e com deformação das raízes, observou problemas de adaptação das mudas.

Figura 10 – Medição do comprimento da raiz principal de porta-enxerto de abacateiro bem desenvolvido (A) e raiz de porta-enxerto de abacate malformada (B).



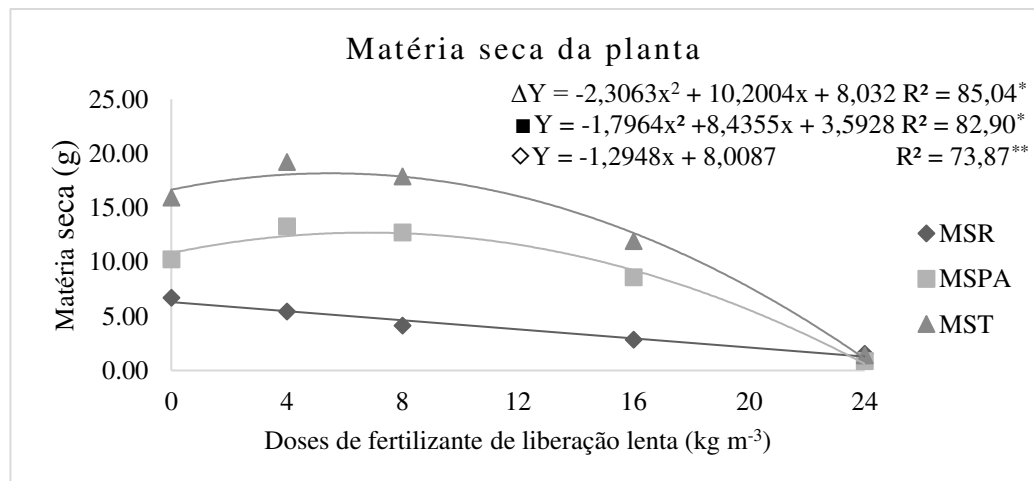
Foto: Autora (2019)

Segundo Freitas et al. (2005) e Laclau et al. (2001), a quantidade de raízes finas no sistema radicular interfere no desempenho inicial das mudas no campo, uma vez que mudas que apresentam grande produção dessas raízes são mais aptas a condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência e crescimento inicial após o plantio.

Considerando-se as variáveis de matéria seca em diferentes órgãos da planta, aos 125 dias após a semeadura, observou-se que a produção de matéria seca da parte aérea aumenta com menor dose de fertilizante de liberação lenta com um incremento de cerca de 37,50% em relação a maior dose. Com o aumento das doses, observou-se uma redução da produção de matéria seca em todos os órgãos da planta. Aos 150 dias após a semeadura, verificou-se um comportamento quadrático para as variáveis de matéria seca na parte aérea e na planta em geral, sendo a maior produção obtida em dose de $2,21 \text{ kg m}^{-3}$ (Figura 11). Esses resultados demonstram a influência positiva do fertilizante de liberação lenta na formação de porta-enxertos de abacateiro, confirmando observações de Costa et al. (2011) ao avaliarem a obtenção de porta-enxertos de abacateiro ‘Quintal’ com o uso de fertilizante de liberação lenta da formulação 15-10-10 e solução nutritiva.

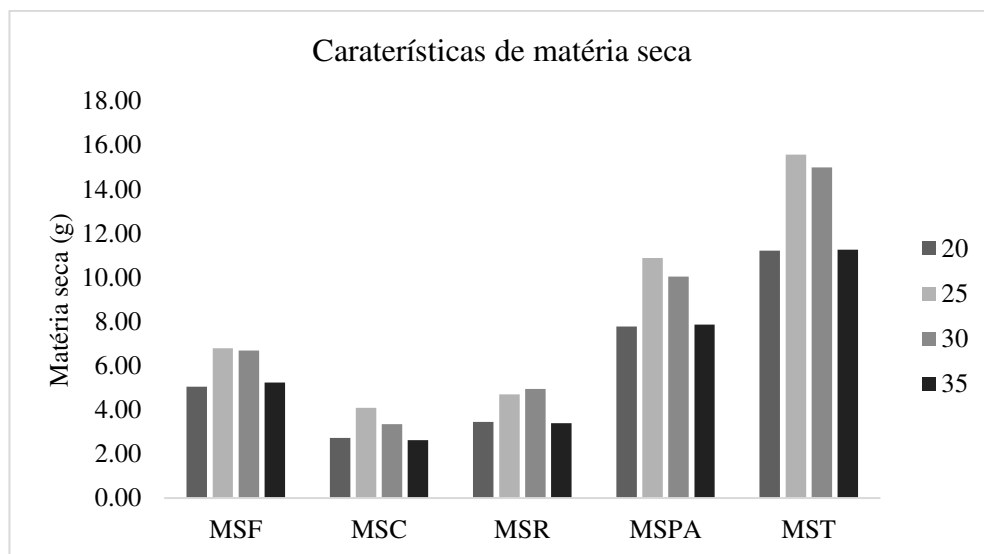
Resultados semelhantes foram obtidos por Reis et al. (1989), em estudos sobre a restrição do sistema radicular de *Eucalyptus grandis*, *Cloeziaria* e *Eucalyptus camaldulensis*, verificaram maiores crescimento da parte aérea quando submetidas aos menores níveis de restrição, permitindo que a planta explorasse um maior volume de substrato para o crescimento das raízes.

Figura - 11 Variação de matéria seca na raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total da planta (MST) em gramas aos 150 dias após a semeadura em função de doses de fertilizantes de liberação lenta.



Com relação a variação de matéria seca em função de alturas de recipiente, observa-se que os recipientes com alturas de 25 e 30 cm (Figura 12) promoveram a maior produção de matéria seca em todos os órgãos da planta.

Figura 12 - Variação de matéria seca da folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total da planta (MST) em gramas aos 150 dias após a semeadura em função da altura de recipiente



Os resultados obtidos demonstram a importância da adubação equilibrada para a formação de mudas de abacateiro, visto que quantidades em excesso de fertilizantes de liberação lenta, reduziu o crescimento e a produção de matéria seca das plantas. Resultados semelhantes foram relatados por Scivittaro et al. (2004) ao avaliarem o efeito de doses de fertilizante de liberação lenta na formação e acumulação de nutrientes pelo porta-enxerto cítrico cv. 'Trifoliata' produzido em tubetes.

Em algumas variáveis, observou-se coeficiente de variação elevado na avaliação dos índices de crescimento, devido à alta variabilidade genética do abacateiro e a desuniformidade da germinação de sementes. Isto é observado por Garcia (1989), quando afirma que em algumas espécies vegetais o coeficiente de variação é relativamente alto devido à grande variabilidade genética das espécies.

De acordo com Gomes et al. (2003), para a determinação da qualidade das mudas, os parâmetros utilizados devem se basear em aspectos morfológicos, os quais dependem também da genética e da procedência do material propagado, das condições ambientais e das técnicas de produção em nível de viveiro. Porém, a fase de porta-enxerto é difícil de avaliar por ser

caraterizado por um período em que plantas de princípio possuem um crescimento bastante lento e desuniforme, sendo logo após essa fase procede o rápido crescimento que culminará com o processo de enxertia que é a fase seguinte para a produção de mudas.

4 CONCLUSÃO

Doses de fertilizantes de liberação lenta 14-8-12 (+2) de $2,50 \text{ kg.m}^{-3}$ em substrato da Mecplant e recipientes com 30 cm de alturas são as melhores opções para a formação de porta-enxertos de abacateiros com qualidades adequadas.

A partir dos 125 dias após a semeadura, os porta enxertos de abacateiro já se encontram aptas para receber a variedade copa com aproximadamente 7,00 mm de diâmetro de caule em até 15 cm de altura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONIAZZI, A.P., BINOTTO, B., NEUMANN, G.M., SAUSEN, T.L., BUDKE, J.C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cidrela fissilis* vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 3 p. 313-317, 2013.
- AZEEM, B.; KUSHAARI, K.; HOMEM, Z.B.; BASIT, A.; THANH, T.H. Review on materials e methods to produce controlled release coated urea fertilizer. **Journal of Controlled release**, v. 181, p. 11-21, 2014.
- BRACHTVOLGEL, E.L., MALAVASI, U.C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial *peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 223-232, 2010.
- BENNETT, E. Slow-release fertilizers. **Virginia Gardener Newsletter, Blacksburg**, v. 11, n. 4, 1996.
- COSMO, N.L.; GOGOSZ, A.M; REGO, S.S. NOGUEIRA, A.C.; KUNIYOSHI, Y.S. Morfologia de fruto, semente e plântula, e germinação de sementes de *myrceugenia euosma* (o. berg) *d. legrand* (myrtaceae). **Floresta**, v. 47, n. 4, p. 479 - 488, 2017.
- COSTA, A.C; DECARLOS 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**, v. 33, n. 4, p. 1283-1293, 2011.
- CRUZ, C.D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DECARLOS NETO, A.; SIQUEIRA, D.L. de; PERREIRA, P.R.G.; ALVAREZ, V.H. Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 199–203, 2002.

FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), FAOSTAT: food and agricultural commodities production Acesso em: 14 de maio de 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

FREITA, T.A.S.de.; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A.; PENCHEL, R.M.; LAMÔNICA, K.R.; FERREIRA, D.A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 853-861, 2005.

GARCIA, C.H. Tabelas para classificação de coeficientes de variação. **IPEF, (Circular Técnica, 171)**. P.12, 1989.

GHISOLFI, E.M.; EFFGEN, E.M.; MENDONÇA, A.R. de; SILVA, A.G. da; Influência do tamanho da semente e tipo de recipiente na germinação de *schizolobium amazonicum* (herb) ducke. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 9, 7p, 2006.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R.; Crescimento de mudas de *Eucalypto grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GONZALES, R.A. Estudio sobre el comportamiento em vivero de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivado en envases de polietileno de 12 dimensiones diferentes. **Revista Forestal Baracoa**, v. 18, n. 1, p. 39-51, 1988.

LACLAU, J.P. ARNAUD, M.; JEAN-PIERRE, B.; RANGER, J. Spatial distribution of Eucaptytus roots in a deep sandy soil in the Congo: relationships with the ability of the stand to take up water and nutrients. **Tree Physiology**, v. 21, p. 129-136, 2001.

LIMA R.L.S; SEVERINO L.S; SILVA, M.I.L; VALE, L.S; BELTRÃO, N.E.M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 480-486, 2006.

LOPES, N.F.; LIMA, M.G.S. Fisiologia de produção. **Editora UFV**, p.419, 2015.

MATTEI, V.L. Deformações radiculares em plantas de pinus taeda produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 1, p. 9-21, 1994.

MENDONÇA, V.; TOSTA, M.S.; MACHADO, J.R.; GOULART JÚNIOR, S.A.R.; TOSTA, J.S.; BISCARO, G.A. Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro ‘amarelo’. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 2, p. 344-348, 2007.

MENEGATTI, R.D.; BIANCHI, V.J. Características fisiológicas, nutricionais e de crescimento de porta-enxertos de pessegueiro submetidos a diferentes fontes e doses de fertilizantes. **Cascavel**, v. 8, n. 4, p. 64-78, 2019.

NICOLOSO, F.P.; FORTUNATO, R.P.; ZANCHETTI, F.; CASSOL, L.F.; EISINGER, S.M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 987-992, 2000.

OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P; NICKEL, O. Comunicado técnico 105. P. 105-108, 2004.

OLIVEIRA, S. L. Influência do tamanho de recipiente e densidade na produção de mudas de aroeira vermelha (*Shinus terebinthifolius* Raddi). **Monografia**, Universidade Federal de Lavras – MG. Departamento de Ciências Florestais. p. 23, 2002.

OLIVEIRA, I.V.M.; COSTA, R.S.; MÔRO, F.V.; MARTINS, A.B.G.; SILVA, R.R.S. da. Caracterização morfológica do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal do abacateiro. **Comunicata Scientia**, v. 1, n. 1, p. 69-73, 2010.

PAIXÃO, M.V.S.; LOPES, J.C.; SCHMILDT, E.R.; ALEXANDRE, R.S.; MENEGHELLI, C.M. Avocado seedlings multiple stems production. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 2, pp. e-221, 2016.

QUEIROZ, J.A.; MELÉM JÚNIOR, N.J. Efeito de tamanho de recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 460-462, 2001.

REIS, G. G.; REIS, M.G.F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.M.; Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.

SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.D.DE.; RADMANN, E.B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004.

SILVA, A. Q.; SILVA, H.; MALAVOLTA, E. Composição mineral de frutos de abacateiro (*Persea americana* Mill) na colheita. **Agropecuária Técnica**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 1980.

SOUZA, A.D.G.; CHALFUN, N.N.J; FAQUIN, V.; SOUZA, A.A.D.; NETO, A.L.D.S. Massa seca e acúmulo de nutrientes em mudas enxertadas de pereira em sistema hidropônico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 240-246, 2015.

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**, v. 19, n. 2, p. 157-168, 2009.

VALLONE, H.S.; GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G.; SOUZA, C.A.S.; DIAS, F.P.; CARVALHO, A.M. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, 2009.

CAPÍTULO II
ACÚMULO E DISPOSIÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM PORTA-
ENXERTO DE ABACATEIRO

ACÚMULO E DISPOSIÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM PORTA-ENXERTOS DE ABACATEIRO

RESUMO

A adubação e o tamanho de recipientes são fatores importantes na obtenção de mudas de qualidade, o conhecimento do nível de absorção e o acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de crescimento, é fundamental para o manejo da fertilização e de substrato, tendo em conta a máxima eficiência e o custo do benefício do processo de formação de mudas. Objetivou-se determinar o efeito alturas de recipientes e doses de fertilizantes de liberação lenta no acúmulo de nutrientes em diferentes órgãos vegetais de porta-enxerto para a obtenção de mudas de boa qualidade de abacateiro (*Persea americana* Mill). O experimento foi implantado em esquema fatorial 4 x 5, composto por quatro alturas de recipiente (20, 25, 30 e 35 cm com volumes de 1,15, 1,40, 1,75 e 2,00 litros respectivamente) e cinco doses de fertilizante de liberação lenta (0, 4, 8, 16 e 24 kg.m⁻³) da marca Basacote® com a formulação NPK 14-8-12(+2) em delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições e três plantas por parcela experimental, com a utilização do substrato comercial da Mecplant®, com a utilização da cultivar Collinson. As avaliações, constituíram em 3 datas de coleta, 125, 150 e 175 dias após a semeadura e foram amostradas três plantas por tratamento em cada data de avaliação. Nos diferentes órgãos do porta-enxerto (folhas, caule e raízes), avaliou-se a concentração de macronutrientes essenciais primários e o seu acúmulo no intervalo de 25 dias após a primeira avaliação. Os nutrientes foram acumulados em diferentes órgãos da planta na ordem N=K>P independentemente do tipo de órgão e da época avaliada, entretanto, o acúmulo de cada nutriente, foi variável ao longo do tempo, sendo o nitrogênio, acumulado mais no caule e menos nas folhas no início do crescimento e ao final o acúmulo é maior nas folhas. O fósforo e o potássio foram mais acumulados nas raízes e menos no caule no início de crescimento e ao final o maior acúmulo foi observado nas folhas. Conclui-se que o acúmulo de macronutrientes na planta, está diretamente relacionado ao aumento da matéria seca.

Palavras chaves: *Persea americana* Mill. Nutrição mineral. Fertilizante de liberação lenta.

ACCUMULATION AND DISPOSAL OF MACRONUTRIENTS IN THE AVOCADO ROOTSTOCKS

ABSTRACT

Fertilization and the size of containers are important factors in obtaining quality seedlings, knowledge of the level of absorption and the accumulation of nutrients in the different stages of growth, is essential for the management of fertilization and substrate, taking into account the maximum efficiency and the cost of benefit of the seedling formation process. The objective of this study was to determine the effect of container heights and doses of slow-release fertilizers on the accumulation of nutrients in different plant rootstocks to obtain good quality avocado seedlings (*Persea americana* Mill). The experiment was carried out in a 4 x 5 factorial scheme, composed of four container heights (20, 25, 30 and 35 cm with volumes of 1.15, 1.40, 1.75 and 2.00 liters respectively) and five doses of slow release fertilizer (0, 4, 8, 16 and 24 kg.m⁻³) of the Basacote® brand with the formulation NPK 14-8-12 (+2) in a randomized block design with five replicates and three plants per experimental plot, using the commercial substrate of Mecplant®, using the cultivar Collinson. The evaluations consisted of 3 collection dates, 125, 150 and 175 days after sowing and three plants were sampled per treatment on each evaluation date. In the different rootstock organs (leaves, stem and roots), the concentration of primary essential macronutrients and their accumulation within 25 days after the first evaluation were evaluated. The nutrients were accumulated in different organs of the plant in the order N = K > P regardless of the type of organ and the season evaluated, however, the accumulation of each nutrient was variable over time, with nitrogen accumulating more in the stem and less on leaves at the beginning of growth and at the end the accumulation is greater on leaves. Phosphorus and potassium were more accumulated in the roots and less in the stem at the beginning of growth and at the end the greatest accumulation was observed in the leaves. It is concluded that the accumulation of macronutrients in the plant is directly related to the increase in dry matter.

Keywords: *Persea americana* Miller. Nutrient accumulation. Nutrient disposition.

1 INTRODUÇÃO

O abacate é uma fruta subtropical e tropical que vem despertando a atenção dos pesquisadores e consumidores em decorrência das suas qualidades nutricionais e benefícios que proporcionam à saúde. Nos últimos 10 anos, houve um aumento da demanda de abacate influenciando na expansão da área de cultivo em cerca de 129 % (FAO, 2020). Com a expansão da área cultivada, houve a necessidade de oferta de mudas, sendo que muitas das mudas comercializadas não apresentam qualidade genética, nutricional e sanitárias. De acordo com Natale et al. (2019), a utilização de mudas de baixa qualidade resultará em pomares malformados, comprometendo a exploração da cultura e o processo de produção.

Para manter pomares produtivos e com uma vida longa, é importante considerar a qualidade de mudas, que depende de vários fatores como: o tamanho de recipiente (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2012) e a nutrição das plantas (SOUZA et al., 2015). De acordo com Carvalho Filho et al. (2003), o uso de recipientes menores provoca o enovelamento das raízes devido às restrições físicas.

Na produção de mudas faz-se o uso de fertilizantes de fontes prontamente disponíveis incorporados ao substrato, estes favorecem a rápida absorção, principalmente logo após a aplicação, porém a lixiviação dos nutrientes ocorre com facilidade e a sua eficiência depende de várias aplicações, ou seja de parcelamento de aplicações (MUNIZ et al., 2013; NARVAEZ et al., 2013). Uma alternativa promissora para minimizar este problema é a utilização de fertilizantes de liberação lenta (AZEEM et al., 2014; COSTA et al., 2011) e a consideração do formato e tamanho de recipientes que influenciam na quantidade de insumos utilizados (QUEIROZ e MÉLEM JUNIOR, 2001), devido à liberação gradual e contínua, aumentam a eficiência no aproveitamento dos nutrientes, reduz as perdas por lixiviação e mantém a planta bem nutrida, principalmente na fase de formação de mudas (SERRANO et al., 2004).

Para o melhor aproveitamento desses fertilizantes é importante que ele seja fornecido a planta em quantidades adequadas. Com a análise nutricional das plantas é possível fazer o diagnóstico do estado nutricional, e assim tomar a decisão de manejo dos fertilizantes (RASHID, 2005; SELF, 2005).

A partir dessa análise é possível quantificar o conteúdo total de nutrientes nos tecidos vegetais, sendo a análise dos tecidos considerada o melhor método para a determinação de concentração de nutrientes no vegetal, do qual, repercutem o estado nutricional da planta e a disponibilidade dos nutrientes no solo (COUTINHO et al., 2004). Posto isto, é importante o

conhecimento das quantidades de nutrientes absorvidos durante o crescimento da planta, para fornecimento dos nutrientes em doses adequadas para o crescimento. Para além do fornecimento de doses adequadas de nutrientes, é importante conhecer a dinâmica de acúmulo de nutrientes na matéria seca ao longo do tempo de produção (FRANCO et al., 2007), todavia essa concentração pode variar em função do tipo de solo, vegetação, densidade populacional, habitat natural e idade das plantas (NEVES et al., 2007).

Em mudas de fruteiras, existem vários relatos sobre as variações na ordem de absorção e acúmulo de nutriente, a partir destes relatos é possível admitir que a quantidade de nutrientes absorvida pelas plantas é em função das características delas, das condições edafoclimáticas e principalmente do manejo agrônomo. Características morfológicas e fisiológicas da planta também influenciam os parâmetros cinéticos de absorção (MARSCHNER, 1995).

Com isso, na produção de mudas, a disponibilidade de nutrientes é extremamente importante, segundo Sauls et al. (1976), em abacateiros, o nitrogênio e o potássio são os nutrientes de grande importância devido a sua elevada remoção pela planta. De acordo com Selladurai e Awachare (2019), a absorção de nutrientes em abacateiros varia de acordo com seus padrões sazonais de crescimento, assim, se houver sincronização do suprimento de fertilizantes de acordo com o requisito da planta, pode melhorar a absorção, reduzindo as perdas de nutrientes e também consideram inevitável a padronização da necessidade de nutrientes em cultivares de abacateiro para aumentar a produtividade e a sustentabilidade.

Assim, é importante o conhecimento da disposição e da absorção de nutrientes em porta-enxertos visto que quase 90 % da parte aérea da planta é retirada para a recepção do enxerto, dessa forma a realização da enxertia deve coincidir com o maior acúmulo de nutrientes nas raízes.

Apesar da elevada demanda do abacateiro, poucas são as informações sobre a fertilização principalmente na fase de porta-enxerto. Poucos trabalhos foram realizados no Brasil, e estes se restringiram na avaliação das alternativas de fertilização de mudas de abacateiro (COSTA et al., 2011). Devido a sua importância para o sucesso de um pomar, a muda deve ser produzida adequadamente para se evitar problemas futuros. Diante disso, objetivou-se avaliar os acúmulos de nutrientes e a disposição dos mesmos em diferentes órgãos da planta de abacateiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação pertencente a Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão/Pomar Campus, do Departamento de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa (20°45'26" Latitude Sul e 42°52'08" Longitude Oeste e 648 m de altitude), no período de abril de 2019 a fevereiro de 2020.

Foram utilizadas sementes de frutos de abacateiro cultivar 'Collinson' (hibrido de guatemalense x indiano), que foram colhidos na Fazenda Experimental de Araponga, em Araponga – Minas Gerais. As sementes foram extraídas de frutos padronizados quanto ao peso e isentos de danos ocasionados por pragas e doenças, previamente colocados em câmara de amadurecimento por quatro dias para uniformização do amadurecimento.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 4 x 5 (altura de recipiente x dose de fertilizante), totalizando vinte tratamentos, com cinco repetições, perfazendo 100 unidades experimentais - cada unidade experimental era composta por três plantas, totalizando uma população de 300 plantas. Quatro alturas de recipiente foram testadas, a saber: 20, 25, 30 e 35 cm, as demais dimensões do recipiente foram mantidas inalteradas, sendo 18 cm de diâmetro e 0,8 mm de espessura. Quanto ao fertilizante de liberação lenta, as doses aplicadas foram 0; 4; 8; 16 e 24 kg m⁻³ de substrato.

Os frutos foram cortados transversalmente com faca, evitando ferimentos a semente, sendo as mesmas extraídas e posteriormente lavadas em água corrente. Com intuito de evitar a perda de umidade das sementes, procedeu-se a semeadura imediata em recipientes de polietileno, preenchidos com substrato composto por casca de pinus, vermiculita e micronutrientes (Marca MECPLANT®) e diferentes doses de fertilizante de marca Basacote® Plus 9M na formulação 14-08-12 (+2 – concentração de enxofre), padronizando-se a profundidade da semente em 5 cm, com a parte apical da semente voltada para cima.

Foram realizados os tratos culturais recomendados a produção de mudas em ambiente protegido, tais como irrigação, controle de pragas e eliminação manual das plantas daninhas.

As avaliações foram realizadas aos 125, 150 e 175 dias após a semeadura. As plantas foram destruídas para a determinação dos macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (N-P-K), com auxílio de tesoura de poda. Cada planta foi separada em três partes (folhas, caule e raiz), posteriormente colocadas a secar em estufa à temperatura de 65°C, até atingirem peso

constante, foram moídos e conservadas em recipientes de papel Kraft, o mesmo processo foi repetido aos 150 e 175 dias após a semeadura, ou seja num intervalo de 25 dias de uma coleta a outra.

A partir do extrato obtido da digestão nítrico perclórica de cada amostra de folhas, caule e raiz, os teores de K foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e os teores de P por calorimetria do complexo fosfovanadomolibdico, os teores de N, foram quantificados a partir do extrato da digestão sulfúrica, destilação de amônia e a titulação com solução de ácido clorídrico, das folhas, do caule e da raiz respectivamente de acordo com os métodos descritos para a determinação dos teores dos nutrientes em Malavolta et al. (1997).

As concentrações dos macronutrientes foram obtidas através das análises químicas apresentadas em percentagem. Para determinar a quantidade total de nutrientes acumulados em cada órgão da planta, fez-se a proporção da concentração de cada nutriente pela massa seca produzida por cada parte da planta analisada.

A partir dos valores críticos ou padrão já estabelecidos em pesquisas para o abacate (COSTA et al., 2014; LAHAV e KADMAN, 1980) foram comparados os valores obtidos em laboratório.

Antes de serem submetidas a análise de variância as alturas de recipiente a efeito de comparações estatísticas foram consideradas categorias. Os dados foram submetidos à um teste de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Bartlett) a 5 % de probabilidade, em seguida realizou-se a análise de variância para o fator alturas de recipiente e para as doses de fertilizante realizou-se a análise de regressão, pois os tratamentos do fator doses de fertilizante são de natureza quantitativa pelo programa estatístico Genes (CRUZ, 2013) e o pacote estatístico R (ExpDes.pt) admitindo-se o erro de até 5 % de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Concentração de nutrientes

De acordo com a análise descritiva das médias geral de todos os períodos de avaliação, a concentração de nutrientes em diferentes órgãos da planta e diferentes períodos de avaliação, se encontram na faixa de suficiência (Tabela 1) para todos os macronutrientes essenciais

primários, tendo como referência as faixas de suficiências de nutrientes em matéria seca para análise de plantas de abacateiro de acordo com Costa et al. (2014); Lahav e Kadman (1980), (Tabela 2) com exceção para a concentração de nitrogênio no caule, constatou-se um déficit de 23,13 % em relação a concentração mínima necessária e a concentração de fósforo e potássio na raiz com um excesso de 44 % e 14 % em relação a concentração máxima requerida.

Tabela – 1 Médias gerais (máximo e mínimo) de concentrações de nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) em diferentes órgãos da planta, ao longo do tempo.

Folha			Caule			Raiz		
N	P	K	N	P	K	N	P	K
----- % -----								
1,79	0,21	1,52	1,23	0,23	1,60	1,65	0,28	2,10
1,98	0,24	1,76	1,30		1,58	1,76	0,36	2,28

Tabela 2. Faixas de suficiências de nutrientes em massa seca de plantas de abacateiro. (Fonte: COSTA et al., 2014; LAHAV e KADMAN, 1980)

N	S	P	K	Mg	Ca	B	Zn	Mn	Fe	Cu
----- % -----							----- ppm -----			
1,60	0,20	0,10	1,00	0,30	1,00	50	30	30	50	5
2,20	0,60	0,25	2,00	0,80	3,00	100	50	80	150	15

3.2 Acúmulo de nutrientes

Aos 125 dias após a semeadura, constatou-se interação significativa entre os fatores alturas de recipiente e doses de fertilizante de liberação lenta para o acúmulo de nitrogênio e potássio na folha, caule e na planta total (Tabela 2).

Ao analisar os efeitos isoladamente, para as alturas de recipiente, observou-se efeito significativo para os acúmulos dos teores de P e K, nas raízes e N no caule aos 125 dias após a semeadura. Com relação ao efeito de doses de fertilizante de liberação lenta, foi constatado influência significativa para os acúmulos de nitrogênio e potássio aos 125 dias após a semeadura e aos 150 dias após a semeadura em todas as variáveis estudadas. Portanto, para todos os teores estudados, as doses de fertilizante de liberação lenta foram ajustadas ao modelo de regressão polinomial quadrático, sendo a dose de 2,95 kg m⁻³ a que promoveu maiores acúmulos dos nutrientes (N, P e K) em todos os órgãos da planta em relação as outras doses.

Tabela 3 – Resumo de análise de variância de acúmulo de nutrientes em g/kg de matéria seca de diferentes órgãos de porta-enxerto de abacateiro em função de alturas de recipiente (AR) e doses de fertilizante (DF) ao longo do tempo. Nitrogênio (ANF- nitrogênio na folha, ANC- nitrogênio no caule e ANR- nitrogênio na raiz), fósforo (APF- fósforo na folha, APC- fósforo no caule e APR- fósforo na raiz) e potássio (AKF- potássio na folha, AKC- potássio no caule e AKR- potássio na raiz).

Variáveis (g)		ANF	ANC	ANR	ANT	APF	APC	APR	APT	AKF	AKC	AKR	AKT
Fatores de variação	GL	Quadrado médio											
-----125 dias após a semeadura-----													
AR	3	0,0584***	0,0028*	0,0086*	0,1461**	0,0002 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0008*	0,0031*	0,0079 ^{ns}	0,0023*	0,0341*	0,0878**
DF	4	0,0995***	0,0017 ^{ns}	0,0105*	0,1668**	0,0009 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0031**	0,0315***	0,0052**	0,0164 ^{ns}	0,1182**
AR*DF	12	0,0559*	0,0036 ^{ns}	0,0122 ^{ns}	0,1727*	0,0030 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	0,0044 ^{ns}	0,0372**	0,0045 ^{ns}	0,0343 ^{ns}	0,1416 ^{ns}
CV (%)		66,13	66,49	77,39	63,36	109,67	120,45	88,18	62,97	48,61	54,28	86,71	56,44
-----150 dias após a semeadura-----													
AR	3	0,0098 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0112 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,0128 ^{ns}	0,0041*	0,0021 ^{ns}	0,0393 ^{ns}
DF	4	0,2704***	0,0163*	0,0407*	0,7047*	0,0029***	0,0011***	0,0021**	0,0169**	0,0855**	0,0211**	0,0988*	0,5520***
AR*DF	12	0,1015 ^{ns}	0,0057 ^{ns}	0,0176 ^{ns}	0,2891 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	0,0088 ^{ns}	0,0321 ^{ns}	0,0200***	0,0546 ^{ns}	0,2634 ^{ns}
CV (%)		73,58	99,52	93,17	80,27	78,00	82,21	100,95	78,92	70,51	47,62	99,7	69,02
-----175 dias após a semeadura-----													
AR	3	0,0083 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	0,0212 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0116 ^{ns}	0,0039 ^{ns}	0,0055 ^{ns}	0,0393 ^{ns}
DF	4	0,1322 ^{ns}	0,0177*	0,0154 ^{ns}	0,3745 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0007*	0,0018*	0,0085*	0,0257 ^{ns}	0,0116*	0,0647 ^{ns}	0,2676 ^{ns}
AR*DF	12	0,1622 ^{ns}	0,0183 ^{ns}	0,0315 ^{ns}	0,4543 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,0518 ^{ns}	0,0055 ^{ns}	0,0571 ^{ns}	0,2505 ^{ns}
CV (%)		68,3	66,32	58,61	62,26	66,58	73,76	65,56	56,77	49,5	53,79	62,57	51,53

GL: Graus de liberdade, ^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente

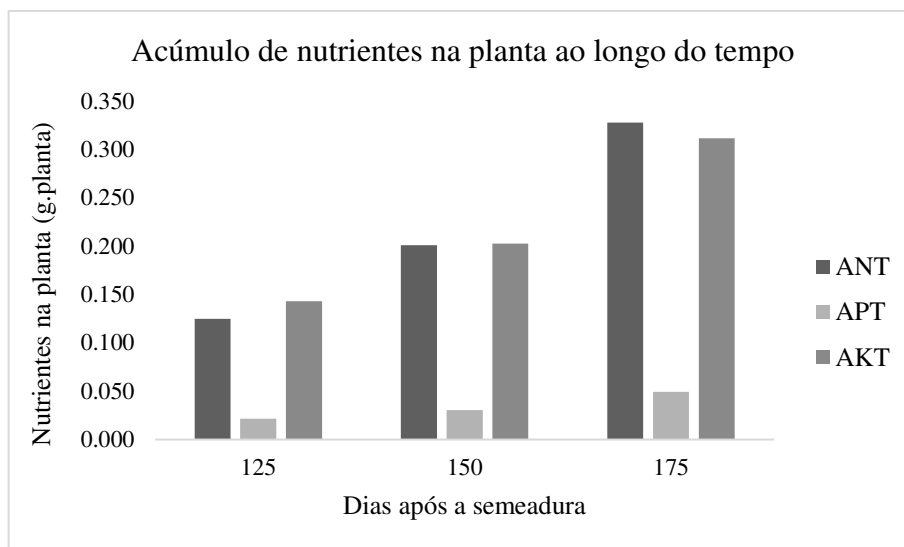
Tabela 4 – Comparação de médias de acúmulo de nutrientes em g/kg de matéria seca de diferentes órgãos de porta-enxerto de abacateiro em função de alturas de recipiente (AR) ao longo do tempo. Nitrogênio (ANF- nitrogênio na folha, ANC- nitrogênio no caule e ANR- nitrogênio na raiz), fósforo (APF- fósforo na folha, APC- fósforo no caule e APR- fósforo na raiz) e potássio (AKF- potássio na folha, AKC- potássio no caule e AKR- potássio na raiz).

Variáveis (g)		ANF	ANC	ANR	ANT	APF	APC	APR	APT	AKF	AKC	AKR	AKT
-----125 dias após a semeadura-----													
Alturas de recipiente (cm)	20	-----	0,015b	0,024b	-----	0,012	0,005	0,005b	0,014b	-----	0,020b	0,029b	0,098b
	25	-----	0,024ab	0,038ab	-----	0,014	0,008	0,012ab	0,023ab	-----	0,036a	0,048ab	0,152ab
	30	-----	0,018ab	0,035ab	-----	0,009	0,007	0,007ab	0,017b	-----	0,027ab	0,041b	0,122ab
	35	-----	0,033a	0,057a	-----	0,013	0,009	0,014a	0,033a	-----	0,033ab	0,092a	0,200a
	Média	0,067	0,002	0,039	0,129	0,012	0,007	0,009	0,022	0,063	0,029	0,052	0,143
-----150 dias após a semeadura-----													
Alturas de recipiente (cm)	20	0,0969	0,0345	0,0573	0,1815	0,0107	0,0062	0,0107	0,0270	0,0726	-----	0,0667	0,1689
	25	0,1323	0,0373	0,0575	0,2179	0,0135	0,0093	0,0132	0,0360	0,0961	-----	0,0824	0,2311
	30	0,1081	0,0293	0,0601	0,1974	0,0130	0,0066	0,0119	0,0314	0,1055	-----	0,0789	0,2237
	35	0,1126	0,0365	0,0603	0,2091	0,0117	0,0069	0,0088	0,0272	0,0722	-----	0,0773	0,1874
	Média	0,1125	0,0344	0,0588	0,2015	0,0122	0,0072	0,0112	0,0304	0,0866	0,0395	0,0763	0,2028
-----175 dias após a semeadura-----													
Alturas de recipiente (cm)	20	0,1987	0,0615	0,0881	0,3485	0,0204	0,0117	0,0197	0,0518	0,1563	0,0663	0,1233	0,3459
	25	0,1830	0,0595	0,0955	0,3377	0,0190	0,0112	0,0205	0,0507	0,1318	0,0541	0,1361	0,3219
	30	0,1781	0,0593	0,0896	0,3269	0,0190	0,0111	0,0207	0,0506	0,1232	0,0491	0,1291	0,3015
	35	0,1658	0,0511	0,0803	0,2975	0,0179	0,0098	0,0159	0,0439	0,1215	0,0449	0,1101	0,2764
	Média	0,1814	0,0579	0,0884	0,3228	0,0191	0,0109	0,0192	0,0493	0,1332	0,0535	0,1247	0,3114

GL: Graus de liberdade, ^{ns}, ^{**} e ^{*}: não significativo e significativo a 1% e 5% pelo teste F, respetivamente

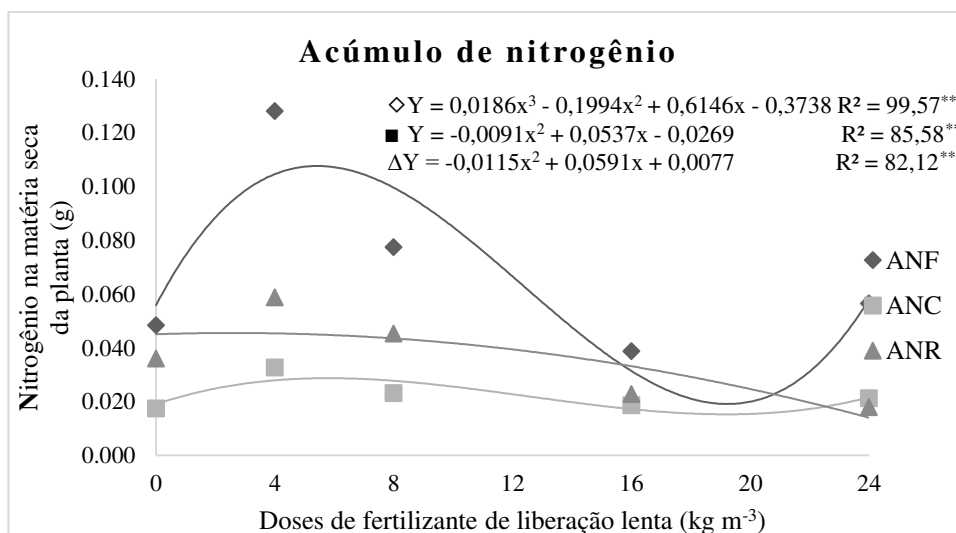
De modo geral, os maiores acúmulos de nutrientes foram observados aos 175 dias após a semeadura (Figura 1), este acúmulo pode ser atribuído a produção de massa seca com o tempo, Marschner (1995) considera a taxa de crescimento da planta, o teor de nutrientes na planta e no solo como alguns fatores que controlam a absorção de nutrientes pelas plantas.

Figura 1 - Acúmulo de nitrogênio na planta (ANT), fósforo (APT) e potássio (AKT) ao longo de tempo de crescimento de porta-enxertos de abacateiro.



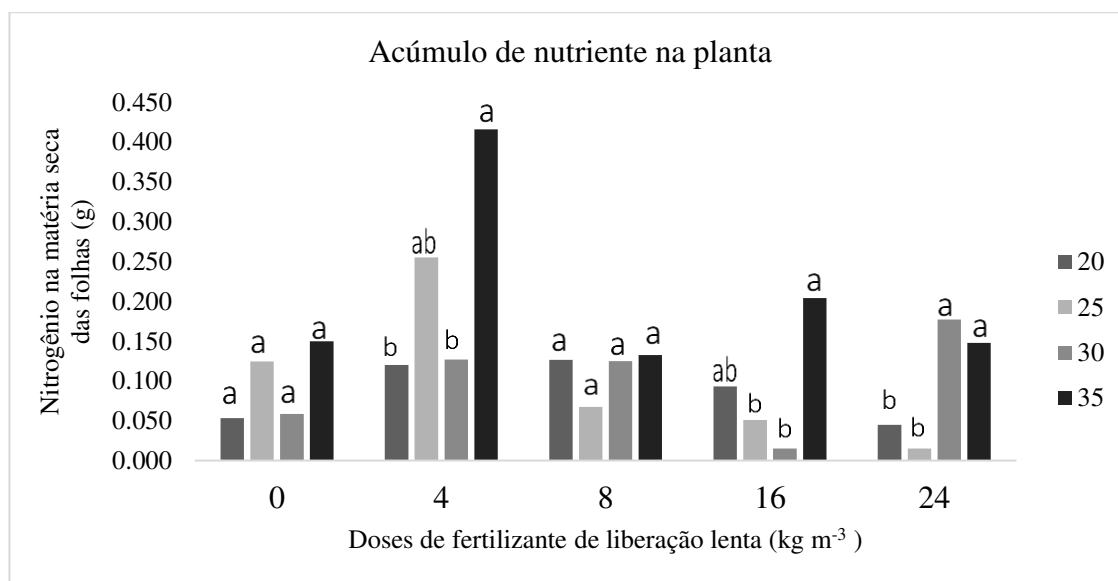
Com relação ao acúmulo de nitrogênio, (Figura 2) o efeito de doses de fertilizante de liberação lenta foi ajustado ao modelo de regressão quadrático, com a exceção das folhas que se ajustou ao modelo cúbico, sendo a dose 2,95 kg m⁻³ a que promoveu o maior acúmulo e a dose 24 kg m⁻³ a menor média com uma diferença de 58,94%.

Figura 2 – Acúmulo de nitrogênio na folha (ANF), no caule (ANC) e na raiz (ANR) de porta-enxertos de abacateiro, 125 dias após a semeadura.



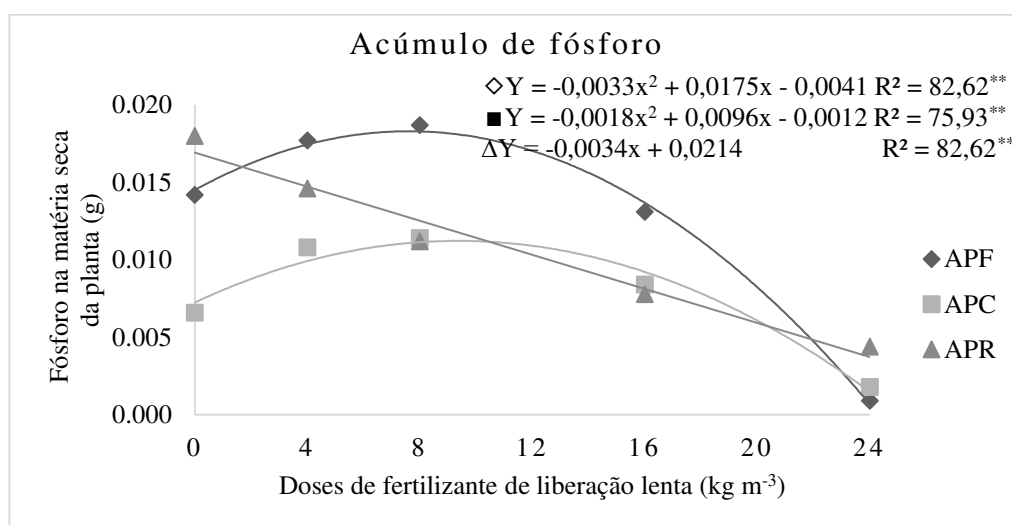
Com base no desdobramento de interação de alturas de recipiente dentro de doses de fertilizante de liberação lenta, constatou-se que doses de $2,95 \text{ kg m}^{-3}$ e alturas de recipiente de 35 cm, promoveram ao maior acúmulo de nitrogênio (Figura 3) e variação significativa entre ao tratamentos que pode ser atribuído ao crescimento das plantas e ao acúmulo de matéria seca das plantas. Em geral, o acúmulo de nitrogênio em diferentes órgãos da planta foi aumentando com o tempo de permanência das mudas no viveiro, este comportamento pode ser atribuído a fase de crescimento, a alta mobilidade de nitrogênio e as características das folhas que quando mais novas se comportam como drenos e quanto mais velhas como fontes, ou seja quando atingem 1/3 do seu tamanho final transformam-se irreversivelmente em fontes de assimilados (LOPES e LIMA, 2015).

Figura 3 – Desdobramento da Interação alturas de recipiente dentro de doses de fertilizante no acúmulo de nitrogênio na folha de porta-enxertos de abacateiro.



Quanto ao fósforo (Figura 4), os teores de nutrientes foram ajustados ao modelo quadrático para os acúmulos nas folhas e caule, sendo crescente até a dose 8 kg m^{-3} e a dose 2,66 a que promoveu a maior eficiência. Para a raiz, foi ajustado o modelo linear decrescente com o aumento de doses de fertilizante. Com relação a redistribuição do fósforo na planta, constatou-se o elevado acúmulo nas folhas (40%), seguindo da raiz (35%) e o caule (25%). Resultados similares foram obtidos por Rozanne et al. (2013) em porta enxertos de caramboleira, Franco et al. (2007) e Augostinho et al. (2008) em mudas de goiabeira observaram o maior acúmulo de macronutrientes nas folhas.

Figura 4 – Acúmulo de fósforo na folha (APF), caule (APC) e raiz (APR) de porta-enxerto de abacateiro em função de doses de fertilizante de liberação lenta.

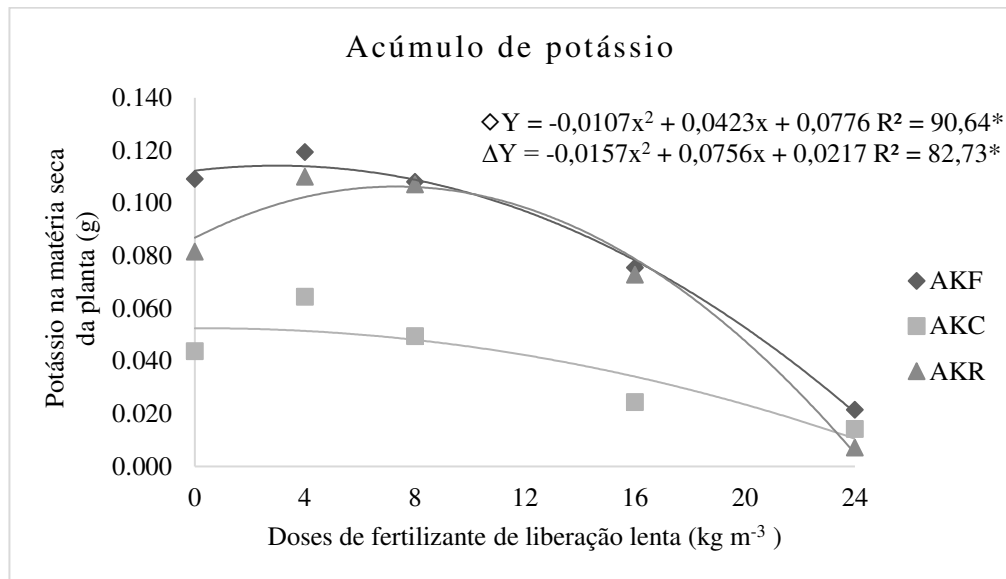


O acúmulo de nutrientes, está relacionado com o acúmulo de matéria seca dos órgãos apresentando um incremento ao longo do tempo, o mesmo não se observa quando se analisa as doses de fertilizante, tendo os maiores acúmulos quando administrado a planta dose de 8 kg m^{-3} de substrato. Esta tendência é corroborada por Ferreira et al. (2019), tendo eles constatado que o acúmulo de nutrientes na planta de aceroleira também acompanhou a produção de massa seca e as maiores quantidades ocorreram nas doses 600 mg.dm^{-3} .

Relativamente ao acúmulo de potássio, houve um aumento significativo ao longo do tempo, claramente acompanhando o aumento da matéria seca nos diferentes órgãos da planta, tendo se ajustado ao modelo polinomial quadrático em todos os órgãos (Figura 5). Foi notado o maior acúmulo nas folhas com cerca de 42,87%, seguido das raízes (37,44%) e caule (19,21%), ou seja, a ordem de redistribuição de potássio na planta seguiu a ordem decrescente Folhas>raízes>caule.

As folhas mostraram-se ser o órgão que maior quantidade de nutrientes acumula, seguida da raiz e caule, este acúmulo está diretamente relacionado com o acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos da planta. O acúmulo de nutrientes na planta, aos 125 dias após a semeadura seguiu a ordem $K > N > P$ com mais ou menos 49,49% K, 41,95% N e 7,61% P, e aos 175 dias após a semeadura houve uma inversão no acúmulo de nutrientes na planta, seguindo a ordem decrescente $N > K > P$ com aproximadamente (47,67% N, 45,20% K e 7,12% P).

Figura 5 – Acúmulo de potássio na folha (AKF), caule (AKC) e raiz (AKR) de porta-enxertos de abacateiro em função de doses de fertilizante de liberação lenta



Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira et al. (2019), quando avaliaram o acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleiras, analisando os dados aos 175 dias após a semeadura. Barbosa et al. (2003) observaram uma rota de absorção de nutrientes nas folhas das mudas de graviroleira similares aos observados aos 125 dias após a semeadura. Por outro lado, Chu et al. (2001) também estudando a quantidade de nutrientes absorvida por mudas de graviroleira, obtiveram um acúmulo seguindo a ordem decrescente $N > K > P$, com isso, podemos provavelmente atribuir essas diferenças a diversos fatores como: a espécie, o estágio de desenvolvimento, a disponibilidade de nutrientes. Por outro lado, as influências genéticas, na absorção de nutrientes, estão relacionadas com as características morfológicas e fisiológicas da planta, que influenciam os parâmetros cinéticos de absorção (MARSCHNER, 1995).

4 CONCLUSÃO

O acúmulo de macronutrientes na planta, está diretamente relacionado ao aumento da matéria seca seguindo a ordem $N=K>P$ independentemente do tipo de órgão e da época avaliada, entretanto, tanto o nitrogênio, potássio e o fósforo, tiveram a mesma tendência de acúmulo nos órgãos da planta, tanto no início e no final, sendo ambos mais acumulado na folha, seguida da raiz e caule.

Doses de 3 kg m^{-3} de fertilizante de liberação lenta incorporado ao substrato da Mecplant, proporcionou melhores concentrações e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTINHO, L.M.D.; PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; FREITAS, N. Marcha de absorção de macro e micronutrientes em mudas de goiabeira ‘Pedro Sato’, **Bragantia** v. 67, n. 3, p.563-568, 2008.

AZEEM, B.; KUSHAARI, K.; HOMEM, Z.B.; BASIT, A.; THANH, T.H. Review on materials e methods to produce controlled release coated urea fertilizer. **Journal of Controlled Release**, v. 181, p. 11-21, 2014.

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L.A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 519-522, 2003.

CRUZ, C.D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CHU, E.Y.; MÖLLER, M.R.F.; CARVALHO, J.G. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 36, n. 4, p. 671-680, 2001.

CORRÊA, F.L.O.; SOUZA, C.A.S.; CARVALHO, J.G.; MENDONÇA, V. Fósforo e zinco no desenvolvimento de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p.793-796, 2002.

COSTA, A.C; DECARLOS 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**, v. 33, n. 4, p. 1283-1293, 2011.

COSTA, J.M.G.; TOMÁS, J.C.; ROSA, A.J.G., A análise foliar no Abacateiro. 2014

COUTINHO, E.L.M; SILVA, A.R. da; MONTEIRO, F.A. Adubação potássica em forrageiras. **In: Simpósio sobre manejo da pastagem**. Anais...Piracicaba: FEALQ, p.219-277, 2004.

FERREIRA, K.S.; RUFINE, J.C.M.; FAGUNDES, M.C.P.; MOREIRA, S.G.; FERREIRA, E.V.O.; BARBOSA, M.A.P. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleiras em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.2, p. 37-50, 2019.

FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), FAOSTAT: food and agricultural commodities production Acesso em: 14 de maio de 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

FRANCO, C.F.; PRADO, R.M.; BRACHIROLI, L.F.; ROZANE, D.E. Curva de crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciências de solo**, v. 31, n. 6, pp.1429-1437, 2007.

FREITAS, N. P.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; TORRES, M. H.; AROUCA, M. B. Marcha de absorção de nutrientes e crescimento de mudas de caramboleira enxertada com a cultivar nota-10. **Revista Semina**, v. 32, n. 4, p. 1231-1242, 2011.

LAHAV, E.; KADMAN, A. Avocado Fertilisation. **IPI-Bulletin**, n. 6, 1980.

LOPES, N.F.; LIMA, M.G.S. Fisiologia de produção. **Editora UFV**, p.419, 2015.

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

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. **2 ed. London: Academic Press**, p. 889, 1995.

MUNIZ, C.O.; LÔBO, L.M.; FERNANDES, F.P.R.; FERREIRA, E.M.; BRASIL, E.P.F. Efeito de diferentes adubos NPK no processo de produção de mudas de Eucalipto. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 1162-1168, 2013.

NARVAEZ, L.; CÁCERES, R.; MARFÁ, O. Effect of different fertilization strategies on nitrogen balance in an outdoor potted crop of *Osteospermum ecklonis* (DC.) Norl. 'Purple Red' under Mediterranean climate conditions. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 833-841, 2013.

NATALE, W.; LIMA NETO, A.J.de.; ROZANE, D.E.; PARENT, L.E.; CORRÊA, M.C.M. Mineral nutrition evolution in the formation of fruit tree rootstocks and seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 6, p. e-133, 2018.

NEVES, O.S.C; CARVALHO, J.G. de; FERREIRA, E.V.O; PEREIRA, N.V; NEVES, V.B.F. Efeito da adubação nitrogenada sobre o crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de umbuzeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 3, p. 200-207, 2007.

OLIVEIRA-JÚNIOR, P. R. et al. Desenvolvimento inicial de quatro espécies florestais nativas em diferentes recipientes. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 20, n. 1, 2012.

RASHID, A. Soils: Basic concepts and principles. **In: Soil Science**. National Book Foundation, Islamabad, 2005.

ROZANE, D.E.; PRADO, R.M.; NATELE, W.; ROMUALDO, L.M.; FRANCO, C.F. Caracterização biométrica e acúmulo de nutrientes em porta-enxertos de caramboleira cultivada em solução nutritiva, **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 426-536, 2013.

SAULS, J.W.; PHILLIPS, R.L.; JACKSON, L.K. Mineral nutrition of avocados. **Institute of Food and Agricultural Sciences**, v?, n.? p. 42-46, 1976.

SELF, J.R., Plant analysis. **Crop series**, 2005.

SELLADURAI, R.; AWACHARE, C.M. Nutrient management for avocado (*Persea americana miller*). **Journal of Plant Nutrition**, 2019.

SERRANO, L.A.L.; MARINHO, C.S.; CARVALHO, A.J.C.; MONNERAT, P.H. Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 524-528, 2004.

SOUZA, A.D.G.; CHALFUN, N.N.J; FAQUIN, V.; SOUZA, A.A.D.; NETO, A.L.D.S. Massa seca e acúmulo de nutrientes em mudas enxertadas de pereira em sistema hidropônico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 240-246, 2015.

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**, v. 19, n. 2, p. 157-168, 2009.

ANEXOS

Foto 1 – Sintomas de excesso de fertilizante em planta jovem de abacateiro aos 170 dias após a semeadura.

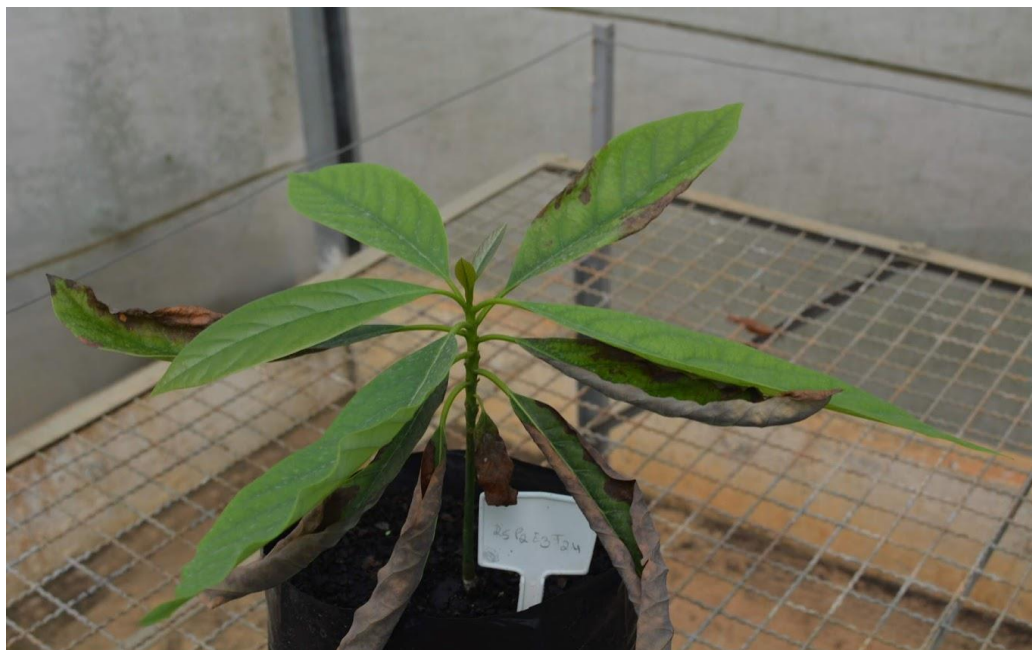


Foto 2 – Características da raiz de porta-enxerto de abacateiro sem adição de fertilizantes de liberação lenta.



Foto 3 – Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro com dose de 4 kg m³ de fertilizantes de liberação lenta.



Foto 4 – Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro com dose de 8 kg m³ de fertilizantes de liberação lenta.



Foto 5 – Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro com dose de 16 kg m³ de fertilizantes de liberação lenta.



Foto 6 – Caraterísticas da raiz de porta-enxerto de abacateiro com dose de 24 kg m³ de fertilizantes de liberação lenta.

