

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO –CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS – AGRONOMIA

**VOLUMES DE TUBETES E MANEJO DE ADUBAÇÃO NA  
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acrocarpus fraxinifolius***

Autora: Gardênia Proto Dias  
Orientador: Prof. DSc.Leandro Carlos

Rio Verde - GO  
Agosto– 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO –CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS - AGRONOMIA

**VOLUMES DE TUBETES E MANEJO DE ADUBAÇÃO NA  
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acrocarpus fraxinifolius***

Autora: Gardênia Proto Dias  
Orientador: Prof. DSc. Leandro Carlos

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

Rio Verde - GO  
Agosto – 2017

Dias, Gardênia Proto  
DD541v Volumes de Tubetes e Manejo de Adubação na Produção de Mudanças de *Acrocarpus fraxinifolius* / Gardênia Proto Dias; orientador Leandro Carlos; co-orientador Paulo Eduardo Menezes Silva. -- Rio Verde, 2017.  
55 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) -- Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, 2017.

1. Cedro Indiano. 2. Adubação fracionada. 3. Osmocote. I. Carlos, Leandro, orient. II. Menezes Silva, Paulo Eduardo, co-orient. III. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS-GRONOMIA

**VOLUMES DE TUBETES E MANEJO DE ADUBAÇÃO NA  
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Acrocarpus fraxinifolius***

Autora: Gardênia Proto Dias  
Orientador: Prof. Dr. Leandro Carlos

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de  
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 30 de Agosto de 2017.

Dr. Mariângela B. Freiburger  
Avaliador Externo  
IF Goiano- Campus Rio Verde

Prof. Dr. Gustavo Castoldi  
Avaliador Interno  
IF Goiano- Campus Rio Verde

Prof. Dr. Leandro Carlos  
Presidente da banca/ Orientador  
IF Goiano – Campus Rio Verde

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as graças concedidas.

A minha família, meus pais Sebastião Carlos Dias e Marinilda Proto Dias, e minha irmã Gabriela Proto Dias, e meu marido Cláudio de Sá Lauro, pelo apoio nos momentos de dificuldades, compreensão e companheirismo sempre presente.

Ao Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias- Agronomia, pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos, de qualificação e de crescimento pessoal.

Ao meu orientador professor Leandro Carlos, pela oportunidade de estar adquirindo conhecimento, pela confiança, paciência e contribuição na minha conclusão da pós- graduação.

Ao meu coorientador Paulo Eduardo Menezes Silva, pelo incentivo, apoio e contribuições para o conhecimento.

As minhas colegas Laísa Cristine e Jane Cecília por toda ajuda nestes dois anos juntas, aprimorando nossos conhecimentos, ajudando nos momentos difíceis, amizade construída que foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Ao Laboratório de Química Agrícola coordenado pelo professor José Milton e ao Laboratório de Cultura de Tecidos coordenado pelo professor Fabiano, por permitir a utilização dos equipamentos presentes no laboratório e por permitir a execução da pesquisa.



## BIOGRAFIA DA AUTORA

GARDÊNIA PROTO DIAS, filha de Sebastião Carlos Dias e Marinilda Proto Dias, nasceu no dia 30 de julho de 1992, na cidade de Rio Verde, Goiás.

Em fevereiro de 2010, ingressou no curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas no Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde- Goiás, graduando-se em julho de 2015.

Em setembro de 2015, iniciou no curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sob a orientação do Professor Leandro Carlos.

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES .....	111
RESUMO.....	151
ABSTRACT.....	XIV
1. INTRODUÇÃO .....	XVI
1.1 Necessidade da introdução de novas espécies florestais no Brasil. ....	XVI
1.2 Principais características de <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn .....	XVII
1.3 Produção de mudas.....	XVII
1.4 Caracteres Nutricionais.....	XIX
1.5 Funções Fisiológicas.....	XIX
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	XX
3. OBJETIVO .....	XXVI
CAPÍTULO I: RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn EM FUNÇÃO DE RECIPIENTES E ADUBAÇÕES .....	1
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO .....	2
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	4
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	8
5. CONCLUSÃO .....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22





## ÍNDICE DE TABELA

	Página
Tabela 1. Adubações aplicadas para produção de mudas de <i>A. fraxinifolius</i> em viveiro..	5

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Página

- Figura 1. Médias de altura (A) e diâmetro (B) aos 120 dias em mudas de *Acrocarpus fraxinifolius* sob diferentes adubações e volumes de recipientes. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos..9
- Figura 2. Média da massa do caule (A), folha (B) e raiz (C) em gramas (g) aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo com suas relações morfofisiológicas. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.....11
- Figura 3. Média da altura por diâmetro (H/D) (A), Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (B), razão raiz /parte aérea (R/PA) (C) aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo com suas relações morfofisiológicas. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.....12
- Figura 4. Média do teor de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) aos 120 dias em folhas de *A. fraxinifolius* em função de adubação e volume de recipientes. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.....14
- Figura 5. Média do teor de zinco (A), ferro (B), boro (C), cobre (D) e manganês (E) aos 120 dias em folhas de *A. fraxinifolius* em função de adubação e volume de recipientes. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5%

de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.....15

Figura 6. Média de fotossíntese ( $A$ ) ( $A$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) ( $B$ ), transpiração ( $E$ ) ( $C$ ), estimativa de carboxilação ( $C_iCa$ ) ( $D$ ), eficiência de carboxilação ( $A/C_i$ ) ( $E$ ), aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo suas relações morfofisiológicas. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.....18

Figura 7. Média do rendimento quântico potencial do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) ( $A$ ), taxa de transporte de elétrons ( $ETR$ ) ( $B$ ), relação do  $ETR$  com a fotossíntese ( $C$ ), coeficiente de extinção não-fotoquímico ( $NPQ$ ) ( $D$ ) aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo suas relações morfofisiológicas. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.....19

Figura 8. Média da relação clorofila  $a/b$  ( $A$ ), relação fotossíntese/nitrogênio ( $B$ ), relação fotossíntese/ fósforo ( $C$ ) aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo suas relações morfofisiológicas. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.....20

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

A	Altura da planta	(cm)
Al	Alumínio	(cmolc dm <sup>-3</sup> )
<i>A</i>	Taxa fotossintética	(μmol CO <sub>2</sub> m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )
A/Ci	Fotossíntese/ Carboxilação	
A/N	Fotossíntese/ Nitrogênio	
A/P	Fotossíntese/ Fósforo	
B	Boro	(mg dm <sup>-3</sup> )
Ca	Cálcio	(cmolc dm <sup>-3</sup> )
CiCa	Taxa de carboxilação	
Clo a/b	Clorofila a/ Clorofila b	
Cu	Cobre	(mg dm <sup>-3</sup> )
D	Diâmetro do caule	(mm)
<i>E</i>	Transpiração	(mmolH <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
ETR	Taxa relativa de transporte de elétrons	(μmol m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )
ETR/A	Transporte de elétrons/Fotossíntese	
Fe	Ferro	(mg dm <sup>-3</sup> )
Fv/Fm	Rendimento quântico potencial do fotossistema II	
<i>G<sub>s</sub></i>	Condutância Estomática	(mol H <sub>2</sub> O m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )
H/D	Altura/diâmetro	
IQD	Índice de qualidade de Dickson	
K	Potássio	(cmolc dm <sup>-3</sup> )
Mg	Magnésio	(cmolc dm <sup>-3</sup> )
Mn	Manganês	(mg dm <sup>-3</sup> )
MSF	Massa seca de folhas	(g planta <sup>-1</sup> )
MSC	Massa seca do caule	(g planta <sup>-1</sup> )
MSR	Massa seca da raiz	(g planta <sup>-1</sup> )
N	Nitrogênio	(cmolc dm <sup>-3</sup> )
Na	Sódio	(mg dm <sup>-3</sup> )
NPQ	Coefficiente de extinção não-fotoquímico	
P	Fósforo	(cmolc dm <sup>-3</sup> )
R/PA	Raiz/parte aérea	
S	Enxofre	(mg dm <sup>-3</sup> )
Z	Zinco	(mg dm <sup>-3</sup> )

## RESUMO

DIAS, GARDÊNIA PROTO. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, agosto de 2017. **Volumes de Tubetes e Manejo de Adubação na Produção de Mudas de *Acrocarpus fraxinifolius***. 2017. Orientador: DSc. Leandro Carlos. Coorientador: DSc. Paulo Eduardo Menezes Silva.

A exigência mundial e o aumento do consumo de madeira são fatos nos tempos atuais, existem os mais variados tipos de mercado consumidor, como a indústria de móveis, com consumo de madeiras nobres, a indústria de papel, madeira tratada, lenha, carvão e outros. O *Acrocarpus fraxinifolius*, conhecido como cedro indiano, poucos trabalhos que possuem demonstraram as características físicas e químicas da madeira de várias procedências e concluíram que a espécie produz madeira leve, com fibras curtas, alta teor de extrativos totais e baixo teor de lignina. Assim, o objetivo deste trabalho é encontrar a melhor relação entre nutrição e volume de recipiente para a produção de mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*, utilizando para tal parâmetros morfológicos e fisiológicos. O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 8 (2 volume de recipientes e 8 adubações), sendo um controle, sem adubação, 4 doses crescentes de osmocote plus: 3, 5, 7, 9 kg de osmocote por m<sup>3</sup> de substrato respectivamente, e 3 adubações minerais sendo compostas por: uma vez, metade e o dobro da recomendação de adubação fracionada que consiste em 150g de N, 300g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150g de K<sub>2</sub>O e 150g de “fritas” (coquetel de micronutrientes na forma de óxidos silicatados), estes foram testados em tubetes de polipropileno de 50 e 110 cm<sup>3</sup>. O experimento constou com 8 adubações de base no substrato, com doses crescentes de osmocote, e 3 adubações minerais. Foram realizadas avaliações de teores totais de macronutrientes e micronutrientes, crescimento, biomassa e análise

fisiológica. Os resultados de mensuração de altura da parte aérea aos 120 dias após semeadura indicaram que os melhores valores foram encontrados nos tratamentos 6, 7 e 8, sendo esses os que receberam adubação semanal com sulfato de amônia e cloreto de potássio, mostrando que o efeito da liberação lenta foi menor do que o efeito da adubação semanal. A análise de fotossíntese demonstra que os tubetes de 110 cm<sup>3</sup> tiveram maiores média em relação ao tubete de 50 cm<sup>3</sup> para todos os tratamentos, não houve diferença entre os volumes de recipientes, sendo isso indicativo de boa resposta fisiológica, mostrando que o tubete menor com adubação apresenta mudas fisiologicamente semelhantes ao tubete com maior volume. Conclui-se com este trabalho que a adubação fracionada apresentou melhores resultados do que adubação de liberação lenta, os tubetes de 50 cm<sup>3</sup> são mais sensíveis a adubação por causa do menor volume, e os melhores tratamentos de adubação foram 7 e 8.

**PALAVRAS-CHAVE:** cedro indiano, adubação fracionada, osmocote.

## ABSTRACT

DIAS, GARDÊNIA PROTO. Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde - GO, August 2017. **Container volume and fertilizers management in the *Acrocarpus fraxinifolius* seedlings production.** Advisor: DSc. Leandro Carlos. Co-Advisor: DSc. Paulo Eduardo Menezes Silva.

The global demand and the increase in the consumption of wood are real facts in the current times, also there are the most varied types of consumer market, such as the furniture industry, with consumption of noble woods, the paper industry, treated wood, firewood, coal and others. *Acrocarpus fraxinifolius*, known as Indian cedar, has few studies demonstrating the physical and chemical characteristics of the wood of various origins and concluded that the species produces light wood, with short fibers, high total extractive content and low lignin content. Thus, the objective of this work is to find the best relationship between nutrition and container volume for the production of *Acrocarpus fraxinifolius* seedlings using morphological and physiological parameters. The experiment was carried out in a completely randomized design, in a 2 x 8 factorial scheme (2 container volumes and 8 fertilizations), with a control, without fertilization, 4 increasing doses of osmocote plus: 3, 5, 7 and 9 kg of the osmocote per m<sup>3</sup> of substrate respectively, and 3 mineral fertilizations being composed of: once, half and twice the recommendation of fractionated fertilization consisting of 150g of N, 300g of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150g of K<sub>2</sub>O and 150g of fritas (cocktail of micronutrients in the form of silicate oxides), these were tested in polypropylene tubes of 50 and 110 cm<sup>3</sup>. The experiment consisted of 8 base fertilizations on the substrate, with increasing doses of osmocote, and 3 mineral fertilizations. Evaluations of total macronutrient and micronutrient contents, growth, biomass and physiological analysis were performed. The results of measuring the height of the aerial part at 120 days after sowing indicated that the best values were found in the



treatments 6, 7 and 8, being those that received weekly fertilization with ammonium sulfate and potassium chloride, showing that the effect of the slow release was lower than the effect of weekly fertilization. The photosynthesis analysis showed that the 110 cm<sup>3</sup> tubes had higher mean values than the 50 cm<sup>3</sup> tube for all treatments, there was no difference between the container volumes, indicating a good physiological response, showing that the smaller tube with fertilization presents physiologically similar seedlings with the largest volume. It is concluded that the fractional fertilization presented better results than slow release fertilization, the 50 cm<sup>3</sup> tubes are more sensitive to fertilization because of the lower volume and the best fertilization treatments were 7 and 8.

KEY WORDS: Indian cedar, fractional fertilization, osmocot.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Necessidade da introdução de novas espécies florestais no Brasil

A exigência mundial e o aumento do consumo de madeira são realidade nos tempos atuais, existe os mais variados tipos de mercado consumidor, como a indústria de móveis, com o consumo de madeiras nobres, a indústria de papel, madeira tratada, lenha, carvão e outros (Oliveira et al., 2008).

A demanda por produtos de origem florestal aumentou sensivelmente nas últimas décadas, levando a silvicultura a buscar alternativas para altas produtividades (Thebaldi et al., 2015), bem como, pela introdução de espécies florestais já conhecidas em outros países que apresentem potencial para esse fim (Venturin et al., 2014). Assim é cada vez maior a busca por espécies com potencial florestal, buscando atender às tendências do mercado, maior produtividade e qualidade de sítios, entre outros aspectos (Klippel et al., 2013).

Há no país, uma experiência bem-sucedida em introdução de espécies oriundas de outros países, como *Eucalyptus* e *Pinus* (Venturin et al., 2014). A implantação de florestas comerciais é importante tanto para diminuir o déficit florestal quanto para a proteção dos remanescentes nativos visando a fixação de carbono (Klippel et al., 2013). Nos últimos anos, vem ocorrendo a inserção de espécies florestais exóticas, em termos de produtividade, plantios experimentais no Brasil apresentaram um incremento médio de 14 a 45 m<sup>3</sup>/ha/ano, nas regiões mais recomendadas para seu plantio são o norte do Paraná, Sudeste e Centro-Oeste (Trianoski et al., 2011). O cedro possui potencial econômico para estabelecimento de plantações produtivas ou recomposição de reserva legal em propriedades rurais (Nisgoski et al., 2012).

Segundo Venturin et al. (2014) a seleção de uma espécie florestal deve obedecer à finalidade do produto final ao qual se destina a madeira, as analogias climáticas entre o local de origem e o local em que será introduzida a espécie, bem como as características de

crescimento da espécie, levando-se em conta se a mesma apresenta crescimento lento ou rápido.

### 1.2. Principais características de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn

O *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae, é popularmente conhecido como cedro indiano, guijarra, lazcar ou mundane (Martínez et al., 2006), produz madeira dura, de cerne avermelhado, utilizada em construção, mobiliário e produção de celulose (Firmino et al., 2015). Nativo das regiões de alta pluviosidade da Ásia, o cedro indiano apresenta rápido crescimento, sendo muito promissora para reflorestamentos, e utilizada para a produção de madeira de curta rotação (Trianoski et al., 2011). Ocorre mais especificamente em florestas perenifólias da Índia, Bangladesh, Indonésia, Nepal e Myanmar (antiga Birmânia) (Prado et al., 2003). A árvore adulta é reta e atinge, em média, 15 a 20 m de altura e 30 a 50 cm de diâmetro, aparentemente não possuem nódulos fixadores de nitrogênio, e não são resistentes a geada (Higa e Prado, 1998).

Em função da semelhança física com freixo e nogueira, é utilizada como substituta dessas espécies na construção de casas e na manufatura de mobília e embalagens, na África é utilizado como sombreamento nas plantações de café (Nisgoski et al.; 2012). Fatores como adaptação após diferentes tipos de clima e solo ainda são temas de estudos escassos e pouco estudados para maioria das espécies florestais exóticas (Campelo et al., 2015). No Brasil, há poucos estudos com a espécie *Acrocarpus fraxinifolius*, alguns trabalhos demonstraram as características físicas e químicas da madeira de várias procedências e concluíram que a espécie produz madeira leve, com fibras curtas, alta teor de extrativos totais e baixo teor de lignina (Venturin et al., 2014).

### 1.3. Produção de mudas

A fase de produção de mudas torna-se de grande importância para o estabelecimento dos plantios florestais, o conhecimento sobre exigências nutricionais e o uso do substrato apropriado, são fatores essenciais (Caione et al., 2012). O estabelecimento de plantios florestais, seja para fins comerciais ou restauração, depende de uma série de fatores, sendo a qualidade das mudas fundamental para o sucesso inicial (Simões et al., 2015; Gasparin et al., 2014). A germinação de sementes, iniciação radicular e o enraizamento de mudas estão diretamente ligados ao substrato (Delarmelina et al., 2014), podendo ocasionar a nulidade ou

irregularidade da germinação, a má formação das plantas e o aparecimento de sintomas de deficiência ou excesso de alguns nutrientes, quando o uso de substrato inadequado (Medeiros et al., 2008).

O substrato é o meio em que as raízes se proliferam, para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas, fornecendo água, oxigênio e nutrientes necessários para seu desenvolvimento (Dutra et al., 2015). Além do substrato, o volume do substrato disponível, ou seja, a capacidade do recipiente disponível para o desenvolvimento radicular que pode influenciar no desenvolvimento das mudas (Cerqueira et al., 2015). De acordo com Ferraz et al., (2015) os volumes dos recipientes influenciam a disponibilidade de nutrientes e água e, o maior volume promove a melhor arquitetura do sistema radicular. O volume do recipiente pode influenciar na percentagem de sobrevivência das mudas, portanto, torna-se necessários estudos tendo em vista determinar o volume de recipiente mais adequado para o crescimento de cada espécie (Cruz et al., 2016).

Vários recipientes podem ser utilizados para a produção de mudas, porém, segundo Dias et al. (2016) os tubetes possuem vantagem em função da demanda de menor quantidade de substrato, por ocuparem menor área de produção, reduzem os custos de transporte e de distribuição no plantio, além de serem reutilizáveis. Desta forma, a tendência é substituir as sacolas plásticas pelos tubetes de plástico rígido, os quais apresentam ainda estrias longitudinais internas, minimizando problemas, principalmente no que se refere ao enovelamento do sistema radicular (Gomes et al., 2003).

A necessidade de adubação decorre do fato que nem sempre o substrato é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um crescimento adequado (Ceconi et al., (2007). Sendo assim, os recipientes em que ocorre a produção das mudas possuem como função, conter substrato que permita o crescimento e nutrição das mudas; promover adequada formação do sistema radicular e proteger as raízes de danos mecânicos e da desidratação; e contribuir para a máxima sobrevivência e crescimento inicial no campo (Lisboa et al., 2012).

Uma alternativa para a produção de plantas é o uso de fertilizantes de liberação lenta ou controlada, que são solúveis e agrupados em grânulos recobertos por resina orgânica ou elástica (Dinalli et al., 2012). O principal propósito desses adubos é a liberação constante dos nutrientes em função da umidade e temperatura do solo, e assim reduzir possíveis perdas e nutrir as plantas durante toda sua fase de desenvolvimento (Silva et al., 2013). De acordo com Batista et al. (2015), variados índices como a eficiência de absorção, de translocação e de

utilização de nutrientes, têm sido empregados para diferenciar e caracterizar genótipos e espécies quanto ao comportamento nutricional.

Parviainen (1981) afirma que as características morfológicas e fisiológicas das mudas estão relacionadas com a qualidade genética e procedência das sementes, com as condições ambientais no viveiro, com a estrutura e equipamentos usados, armazenamento e transporte das plantas e, sobretudo, com os métodos usados na produção da mudas, como o tipo de recipiente, irrigações, podas, adubações, substratos, dentre outros. Com relação à adubação, vários mecanismos fisiológicos e morfológicos estão envolvidos em resposta ao uso eficiente de nutrientes pela planta, tais como alta taxa de fotossíntese, manutenção do metabolismo com baixo teor de nutrientes nos tecidos, sistema radicular eficiente e alta relação entre raízes e parte aérea (Batista et al., 2015).

Muitas espécies arbóreas nativas são potencialmente aptas para o cultivo, podendo servir para diversos fins quer seja pelo valor ornamental, madeireiro, alimentício ou de preservação (Scalon et al., 2011). Tornando essencial a melhoria na produção de mudas sejam elas nativas ou exóticas.

#### 1.4. Caracteres Nutricionais

Os elementos com funções específicas e essenciais no metabolismo das plantas são classificados em dois grupos, os macronutrientes e os micronutrientes, de acordo com suas concentrações na planta conforme são requeridos para crescimento e reprodução adequados (Oliveira et al., 2015). A eficiência nutricional é a capacidade que uma planta tem de absorver e utilizar os nutrientes disponíveis (Carnevali et al., 2016). Este fator influencia na produtividade e na qualidade das mudas, uma vez que, os macro e micronutrientes estão envolvidos nos processos bioquímicos e fisiológicos da planta (Rocha et al., 2015).

A importância do nutriente para a produtividade das plantas decorre de sua participação nas estruturas e nos processos vitais, refletindo em divisão e alongamento celular, auxiliando o crescimento das raízes (Caione et al., 2012). Associado ao substrato, a aplicação de nutrientes ao substrato, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento das mudas têm despertado o interesse de vários pesquisadores florestais (Simões et al., 2015).

#### 1.5. Funções Fisiológicas

A fotossíntese é o mecanismo pelo qual plantas e algumas bactérias sintetizam

compostos orgânicos utilizando a luz como fonte de energia, tais compostos são utilizados no metabolismo celular das plantas (Marenco et al., 2014).

Todos os nutrientes têm funções específicas nos processos metabólicos das plantas, de modo que tanto a sua carência quanto o excesso levam a alterações moleculares e, em seguida, celulares (Lima Filho, 2016). De acordo com Correia et al. (2009) fatores genéticos e ambientais afetam o crescimento das plantas e seus efeitos podem ser averiguados por meio do estudo da eficiência fotoquímica do fotossistema II (FSII), que é estimada através da relação entre a fluorescência variável e a fluorescência máxima da clorofila a (Fv/Fm), e expressa a eficiência relativa da captura de energia luminosa pelo FSII.

Quanto às relações hídricas e trocas gasosas, sabe-se que o influxo de CO<sub>2</sub> acontece através dos estômatos no processo fotossintético, por meio do qual também ocorre o efluxo de água, via transpiração (Silva et al., 2015). O movimento estomático é então, o principal mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores terrestres (Tatagiba et al., 2007).

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, R. O.; FURTINI NETO, A. E.; DECCETTI, S. F. C. Eficiência nutricional em clones de Cedro- Australiano. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 107. p. 647-655, setembro, 2015.

CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, p. 213-221, jun, 2012.

CAMPELO, D. de H.; LACERDA, C. F.; SOUSA, J. A.; CORREIA, D.; BEZERRA, A. M. E.; ARAÚJO, J. D. M.; NEVES, A. L. R. Trocas Gasosas e Eficiência do Fotossistema II em Plantas Adultas de Seis Espécies Florestais em Função do Suprimento de Água no Solo. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, p. 973-983, 2015.

CARNEVALI, N. H. de S.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. do C.; CARNEVALI, T. de O.; RAMOS, D. D. Eficiência Nutricional de Mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em Função de Nitrogênio e Fósforo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 449-461, abr-

jun, 2016.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; MUNIZ, M. F. B. Exigência Nutricional de mudas de erva-mate (*Ilexpara guariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 25-32, jan-mar, 2007.

CERQUEIRA, F. B.; FREITAS, G. A. de; SANDI, F.; CARNEIRO, J. S. da S.; GIACOMINI, I.; NERES, J. C. I. Substratos e Recipientes no Desenvolvimento de Mudas de Pepino em Alta Temperatura. **Global Science and Technology**, v. 08, n 02, p. 61-73, mai-ago, 2015.

CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. da S. Crescimento, Produção e Características de Fluorescência da clorofila a em Amendoim Sob Condições de Salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 514-521, out-dez, 2009.

CRUZ, F. R. da S.; ANDRADE, L. A. de; FEITOSA, R. C. Produção de Mudas de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em Diferentes Substratos e Tamanho de Recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 69-80, jan-mar, 2016.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. de O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes Substratos para a Produção de Mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**,; v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.

DIAS, I. M.; BARRETO, I. D. de C.; FERREIRA, R. A. Efeito de Dosagens de Fertilizantes Fosfatado na Determinação de Volume Ótimo de Produção de Mudas de Espécies Florestais Nativas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 14, p. 471-475, out-dez, 2016.

DINALLI, R. P.; CASTILHO, R. M. M. de; GAZOLA, R. de N. Utilização de Adubos de Liberação Lenta na Produção de Mudas de *Vigna radiata* L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.21, n.1, p.10-15, jul, 2012.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Qualidade de Mudanças de Copaíba Produzidas em Diferentes Substratos e Níveis de Sombreamento. **Revista Floresta**, v. 45, n.3, p.635-644, jul-set, 2015.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. Produção de Mudanças de Petúnia Comum em Tubetes Biodegradáveis em Substituição aos Sacos Plásticos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, p. 74-83, 2015.

FIRMINO, A. C.; MORAES, W. B.; FURTADO, E. L. Primeiro relato de *Ceratocystis fimbriata* causando seca em *Acrocarpus fraxinifolius* no Brasil. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 41, n. 2, p. 160, 2015.

GASPARIN, E.; AVILA, A. L. de; ARAUJO, M. M.; FILHO, A. C.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudanças de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.3, p.553-563, jul-set, 2014

GOMES, J. M.; COUTO, L. LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de Mudanças de *Eucalyptus grandis* em Diferentes Tamanhos de Tubetes e Fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

HIGA, A. R.; PRADO, C. de A. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. **Embrapa Florestas**, 1998. p. 57-60. Seminário realizado em Curitiba, de 6 a 8 de outubro de 1998.

KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO, R. A.; CASTRO, F. da S.; PIMENTA, L. R. Zoneamento Climático para Teca, Cedro Australiano, Nim Indiano e Pupunha no Estado do Espírito Santo. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 4, p. 671 - 680, out-dez, 2013.

LISBOA, A. C.; SANTOS, P. S. dos; OLIVEIRA NETO, S. N. de; CASTRO, D. N. de; ABREU, A. H. M. de. Efeito do Volume de Tubetes na Produção de Mudanças de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, jul-ago, 2012.



LIMA FILHO, OSCAR FONTÃO de. Toxidez de Micronutrientes em Sorgo- Sacarino: Fotossíntese. **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2016.

MARENCO, R. A.; ANTEZANA-VERA, S. A.; GOUVÊA, P. R. dos S.; CAMARGO, M. A. B.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTOS, J. K. da S. Fisiologia de Espécies Florestais da Amazônia: Fotossíntese, Respiração e Relações Hídricas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p.786-789, nov-dez, 2014.

MARTÍNEZ, P. E.; GARCÍA, J. M. M.; SÁNCHEZ, M. de la L. H.; PÉREZ, G. O. Pink Cedar (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight) intercropping system and its effect on soil organic matter content. **Revista UDO Agrícola**, v.6, p. 109-113, 2006.

MEDEIROS, D. C.; FREITAS; K. C. S; VERAS; F. S; ANJOS; R. S. B; BORGES; R. D.; CAVALCANTE NETO; J. G.; NUNES; G. H. S.; FERREIRA; H. A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 186-189, 2008.

NISGOSKI, S.; TRIANOSKI, R.; MUÑIZ, G. I. B. de; MATOS, J. L.M. de; STYGAR, M. Variação Radial das Estruturas da Madeira de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. **Floresta e Ambiente**, janeiro, 2012.

OLIVEIRA, J. R.; DUARTE, N. de F.; FASSIO, P. de O. Avaliação de Fitotoxicidade de Herbicidas ao Cedro Australiano. **I Jornada Científica e VI FIPA do CEFET Bambuí**. Bambuí/MG – 2008.

OLIVEIRA, S. de; LEMES, E. S.; MENEGHELLO, G. E.; TAVARES, L. C.; BARROS, A. C. S. A. Aplicação de Silício Via Solo no Rendimento e na Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, set-out, 2015.

PARVIAINEN, J.V. **Qualidade e avaliação de mudas florestais**. In: Seminário de Sementes e Viveiros Florestais, 1., 1981, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, 1981. p.59-90.

PRADO, C. de A.; PEREIRA, J. C. D.; MATTOS, P. P. de; SCHAITZA, E. G.; HIGA, A. R. Características Físicas e Químicas da Madeira de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. Colombo: **Embrapa Florestas**, p.14, 2003.

ROCHA, J. H. T.; BACKES, C.; BORELLI, K.; PRIETO, M. R.; SANTOS, A. J. M.; GODINHO, T. de O. Produtividade de Minijardim e Qualidade de Miniestacas de um Clone Híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2. p. 273-279, abr- jun, 2015.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. de M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse Hídrico no Metabolismo e Crescimento Inicial de Mudanças de Mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, out.-dez, 2011.

SILVA, F. R.; FERREIRA, D. F.; COSTA, W. C. A.; TAVARES, T. O.; PAIVA, R. F.; LEITE, P. J. S. Fertilizantes de Liberação Controlada na Adubação de Solo em Cafeeiros *Coffea arabica* em Produção. **X Semana de Ciência e Tecnologia do UNIARAXÁ – 2013**.

SILVA, F. G. da; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. de; FILGUEIRAS, L. M. B.; MELO, A. S. de. Trocas Gasosas e Fluorescência na Clorofila em Plantas de Berinjela Sob Lâminas de Irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.

SIMÕES, P. H. O.; PALHETA, L. F.; VALE, R. S. do; CORREIRA, R. G.; NEVES, R. L. P. Crescimento e Qualidade de Mudanças de Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.-Lecythidaceae) em Substratos Fertilizados com Macronutrientes. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer- Goiânia, v.11 n.21, p.689, 2015.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. dos; DARDENGO, M. C. J. D; EFFGEN, T. A. M. Comportamento Fisiológico de Dois Clones de *Eucalyptus* na Época Seca e Chuvosa. **Cerne**, v. 13, n. 2, 2007.

THEBALDI, M. S.; LIMA, L. A.; COLARES, M. de F. B.; SILVA, A. C. da; LIMA, P. L. T. Dinâmica das Características Químicas de um Substrato Florestal Exposto à Irrigação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n.2, p. 375-384, abr.-jun, 2015.

TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M de; PRATA, J. G. Viabilidade da utilização de *Acrocarpus fraxinifolius* em diferentes proporções com *Pinus* spp. para produção de painéis aglomerados. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 343-350, setembro, 2011.

VENTURIN, N.; CARLOS, L. SOUZA, P. A. de; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, R. P. HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight em função de diferentes espaçamentos e idades. **Cerne** Lavras, vol.20 n. 4, oct- dec. 2014.

### 3. OBJETIVO

Objetivou-se encontrar a melhor relação entre nutrição e volume de recipiente em mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*, utilizando para tal parâmetros morfológicos e fisiológicos.

Objetivos Específicos:

- Encontrar melhor adubação, seja ela de liberação lenta ou fracionada;
- Encontrar melhor tubete para produção de mudas.

CAPÍTULO I

**VOLUMES DE TUBETES E MANEJO DE ADUBAÇÃO NA  
PRODUÇÃO DE *Acrocarpus fraxinifolius***

(Normas de acordo com a revista Floresta e Ambiente)

**RESUMO**

O *Acrocarpus fraxinifolius*, conhecido como cedro indiano, os poucos trabalhos que possuem demonstraram as características físicas e químicas da madeira. Assim o objetivo deste trabalho é encontrar a melhor relação entre nutrição e volume de recipiente em mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*, utilizando para tal parâmetros morfológicos e fisiológicos. O experimento em esquema fatorial 2 x 8 (2 volume de recipientes e 8 adubações), sendo um controle, sem adubação, 4 doses crescentes de osmocote plus: 3, 5, 7, 9 kg de osmocote por

m<sup>3</sup> de substrato respectivamente, e 3 adubações minerais, estes foram testados em tubetes de polipropileno de 50 e 110 cm<sup>3</sup>. Conclui-se que a adubação fracionada apresentou melhores resultados do que adubação de liberação lenta, os tubetes de 50 cm<sup>3</sup> são mais sensíveis a adubação devido ao menor volume, e os melhores tratamentos de adubação foram 7 e 8.

**Palavras-chave:** cedro indiano, adubação fracionada, osmocote.

## **VOLUMES OF TUBETES AND FERTILIZATION MANAGEMENT IN THE PRODUCTION OF *Acrocarpus fraxinifolius***

### ABSTRACT

*Acrocarpus fraxinifolius*, known as Indian cedar, has few works demonstrating the physical and chemical characteristics of the wood. Thus the objective of this work is to find the best relationship between nutrition and container volume in *Acrocarpus fraxinifolius* seedlings, using morphological and physiological parameters. The experiment was carried out in a 2 x 8 factorial scheme (2 container volumes and 8 fertilizations), with 4 fertilizer doses: 3, 5, 7 and 9 kg of osmocote per m<sup>3</sup> of substrate respectively, and 3 mineral fertilizers, these were tested in polypropylene tubes of 50 and 110 cm<sup>3</sup>. It was concluded that the fractionated fertilization presented better results than slow release fertilization, the 50 cm<sup>3</sup> tubes were more sensitive to fertilization due to the lower volume, and the best fertilization treatments were 7 and 8.

**Key words:** Indian cedar, fractional fertilization, osmocote.

### **1. INTRODUÇÃO**

A demanda por produtos de origem florestal aumentou sensivelmente nas últimas décadas, levando a silvicultura a buscar alternativas para altas produtividades (Thebaldi et al., 2015). Há no Brasil, uma experiência bem-sucedida em introdução de espécies oriunda de

outros países, como *Eucalyptus* e *Pinus* (Venturin et al., 2014). A implantação de florestas comerciais é importante tanto para diminuir o déficit florestal quanto para a proteção dos remanescentes nativos para a fixação de carbono (Klippel et al., 2013).

O *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae, é popularmente conhecido como cedro indiano, produz madeira dura, de cerne avermelhado, utilizada em construção, mobiliário e produção de celulose (Firmino et al., 2015). Nativa das regiões de alta pluviosidade da Ásia, com rápido crescimento, sendo muito promissora para reflorestamentos, e utilizada para a produção de madeira de curta rotação (Trianoski et al., 2011).

A fase de produção de mudas torna-se de grande importância para o estabelecimento dos plantios florestais, o conhecimento sobre exigências nutricionais e o uso do substrato apropriado, são fatores essenciais (Caione et al., 2012). O estabelecimento de plantios florestais, seja para fins comerciais ou restauração, depende de uma série de fatores, sendo a qualidade das mudas fundamental para o sucesso inicial (Simões et al., 2015; Gasparin et al., 2014).

Uma alternativa para a produção de plantas é o uso de fertilizantes de liberação lenta ou controlada, os quais são solúveis e agrupados em grânulos recobertos por resina orgânica ou elástica (Dinalli et al., 2012). O principal propósito desses adubos é a liberação constante dos nutrientes em função da umidade e temperatura do solo, e assim reduzir possíveis perdas e nutrir as plantas durante toda sua fase de desenvolvimento (Silva et al., 2013). De acordo com Batista et al. (2015), variados índices como a eficiência de absorção, de translocação e de utilização de nutrientes, têm sido empregados para diferenciar e caracterizar genótipos e espécies quanto ao comportamento nutricional.

Assim objetivou-se, encontrar a melhor relação entre nutrição e volume de recipiente em mudas de *Acrocarpus fraxinifolius*, utilizando para tal parâmetros morfológicos e

fisiológicos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As mudas foram produzidas no viveiro do Laboratório de Cultura de Tecidos do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. O clima da região é do tipo Aw (Köppen), com verões brandos e invernos secos. As médias anuais de precipitação e temperatura são, respectivamente 1529,5 mm e 22,4 °C (Brasil, 1992).

As sementes de *Acrocarpus fraxinifolius* foram coletadas em pomar de sementes localizado na Universidade Federal de Lavras. Estas foram coletadas e beneficiadas seguindo recomendações de Davide e Silva (2008).

A quebra da dormência foi realizada em ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos (Rai, 1976).

O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 8 (2 volume de recipientes e 8 adubações), 3 repetições e 20 mudas por parcela, tendo no total 48 parcelas. As mesmas foram dispostas de forma alternada nas bandejas visando não ocorrer competição entre indivíduos.

O experimento constou com 8 adubações de base no substrato, sendo um controle, sem adubação, 4 doses crescentes de osmocote plus 3-4 meses (15-09-12): 3, 5, 7, 9 kg de osmocote por m<sup>3</sup> de substrato respectivamente, e 3 adubações minerais sendo compostas por: uma vez, metade e o dobro da recomendação de adubação fracionada proposta por Gonçalves e Benedetti (2005) que consiste em 150g de N, 300g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150g de K<sub>2</sub>O e 150g de “fritas” (coquetel de micronutrientes na forma de óxidos silicatados), dose para 10000 mudas, como demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Adubações aplicadas para produção de mudas de *A. fraxinifolius* em viveiro.



**Table 1.** Fertilization applied to seedlings of *A. fraxinifolius* in nursery.

<b>Tratamentos</b>	<b>Doses</b>
<b>T1</b>	0
<b>T2</b>	3 kg de osmocote
<b>T3</b>	5 kgde osmocote
<b>T4</b>	7 kgde osmocote
<b>T5</b>	9 kgde osmocote
<b>T6</b>	75g N, 150g de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 75g de K <sub>2</sub> O*
<b>T7</b>	150g N, 300g P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e 150g de K <sub>2</sub> O*
<b>T8</b>	300g N, 600g de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e 300g de K <sub>2</sub> O*

\*aplicado juntamente 150g de Fritas (coquetel de micronutrientes na forma de óxidos silicatados)

Foram testados dois tamanhos de tubetes de polipropileno, 50 e 110 cm<sup>3</sup>. Antes da utilização os tubetes ocorreu a higienização com hipoclorito de sódio à concentração de 1%, com a finalidade de evitar doenças fúngicas.

O substrato utilizado para a formação das mudas foi formado a partir da mistura de 25% de casca de arroz carbonizada, 25% de vermiculita expandida, 25% de cama de frango e 25% de lodo suíno.

Após o substrato ser preparado, ocorreu a adição da adubação base nos mesmos. Logo após, prosseguiu o enchimento dos tubetes com o substrato e a semeadura das sementes, já com a quebra de dormência, em cada tubete foi posto três sementes, uma semana após a germinação procedeu-se raleio, deixando apenas uma planta por tubete.

O crescimento das mudas se deu a pleno sol com sistema de irrigação automático (4,3 L m<sup>-2</sup>, três vezes ao dia). Após 30 dias teve início a adubação com nutriente mineral de 100g de N e 100g de K<sub>2</sub>O, no tratamento 6, foi colocado metade desta dosagem, no 7, foi uma

vez a dosagem e no 8, foi posto o dobro, segundo recomendação de Gonçalves e Benedetti (2005). Os intervalos de aplicação foram alternados, sendo na primeira aplicação sulfato de amônio e cloreto de potássio; sete dias depois, apenas o sulfato de amônio foi aplicado; na semana seguinte foram aplicados o sulfato de amônio e cloreto de potássio, e assim, sucessivamente. Portanto, a adubação de cobertura não foi realizada no adubo de liberação controlada, visto que por teoria o mesmo fornece nutrientes durante todo ciclo da planta.

Aos 120 dias após a semeadura foram realizadas as seguintes análises fisiológicas nas mudas de *A. fraxinifolius*: trocas gasosas das plantas expandidas para registro da condutância estomática [ $g_s$ , mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>], taxa fotossintética [ $A$ , μmol (CO<sub>2</sub>) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>] e a transpiração [ $E$ , mmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>], a concentração interna e externa de CO<sub>2</sub> ( $C_i/C_a$ ). Estas avaliações foram realizadas utilizando um analisador de gases no infravermelho portátil (IRGA) modelo LI6400xt (Li-Cor, Nebraska, EUA), com densidade de fluxo de fótons a 1000 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, no horário entre 08:00 e 12:00 horas.

O teor de clorofila foi avaliado com medidor portátil, ClorofiLOG1030® (Falker®, Porto Alegre, Brasil), que mediu clorofila a, b e totais na folha. Estas foram medidas juntamente com as trocas gasosas.

A fluorescência da clorofila *a* foi avaliada utilizando um fluorômetro portátil modulado modelo MINI-PAM (Walz®, Efeltrich, Germany), equipado com pinça especial para suporte da folha, modelo 2030-B (BILGER et al., 1995; RASCHER et al., 2000). O rendimento quântico potencial do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) foi calculado após 30 minutos de adaptação ao escuro (VAN e SNEL, 1990). O rendimento quântico efetivo do fotossistema II ( $\Delta F/F_m'$ ) foi determinado por meio da sobreposição de um pulso de saturação em folhas previamente adaptadas à luz ambiente (GENTY et al., 1989). O  $\Delta F/F_m'$  foi utilizado para estimar a taxa aparente de transporte de elétrons (ETR, mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (BILGER et al., 1995;

LAISK e LORETO, 1996) e o coeficiente de extinção não fotoquímica (NPQ) foi calculado segundo Bilger e Bjorkman (1990).

As características morfológicas: altura da parte aérea (H) e o diâmetro do colo (D). Para as medições da altura (H) foi utilizado uma régua milimétrica, e para diâmetro(D) a 0,5 cm de altura do substrato foi utilizado um paquímetro digital.

Após o termino da fase de viveiro, as mudas foram retiradas dos tubetes, lavadas em água corrente para retirar todos os resíduos do substrato e separadas em caule, folhas e raízes, sendo secas em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C até atingir peso constante. A massa seca de folhas (MSF) massa seca de caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) foram obtidos pelo somatório da matéria seca das plantas, expressa em g parcela<sup>-1</sup>, segundo Hunt (1990). A relação altura/ diâmetro (H/D), raiz/parte aérea(R/PA), índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado conforme a fórmula, proposta abaixo (DICKSON et al., 1960).

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

Os macro e micronutrientes avaliados foram nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), zinco (Z), cobre (Cu), ferro (Fe), e manganês (Mn).

As amostras foram moídas em moinho Wiley. Para a quantificação dos teores de cálcio, magnésio e fósforo, foram coletados 0,3 g do material vegetal seco da biomassa das folhas em mufla e extraído por digestão seca. A determinação do P foi por espectrofotômetro, enquanto o Ca, Mg, S, Z, Cu, Fe e Mn via espectrofotometria de absorção atômica, segundo a metodologia da EMBRAPA (2009).

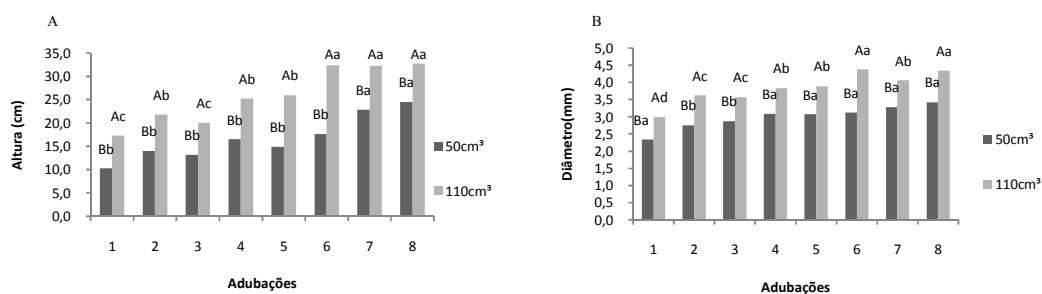
Para a determinação de N, realizou-se a destilação, o K ocorreu por fotometria de chama, a determinação de B ocorreu por espectrofotometria com azometina-H, todos estes procedimentos foram realizados utilizando a metodologia da EMBRAPA (2009).

Os dados dos experimentos passaram por análise das pressuposições básicas estatísticas, averiguando a normalidade e homogeneidade. Foi realizada análise de variância (a 5% de significância), e as médias foram separadas pelo teste de Scott-Knott. Foi utilizado o programa computacional SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados encontrados na mensuração de altura da parte aérea aos 120 dias indicaram que tanto os tratamentos com osmocote quanto os com adubação fracionada influenciaram no crescimento das mudas, porém os melhores valores foram encontrados nos tratamentos 6, 7 e 8, sendo esses os que receberam adubação semanal com sulfato de amônia e cloreto de potássio, mostrando que o efeito da liberação lenta foi menor do que o efeito da adubação semanal. Pode-se observar que todos os tubetes de 110 cm<sup>3</sup> obtiveram maiores médias em altura, destacando-se os tratamentos que foram adubados semanalmente (Figura 1A). A altura da parte aérea é um excelente parâmetro para avaliar a qualidade de mudas florestais, sendo, as maiores com maior vigor (Caione et. al, 2012).

Quando se leva em consideração o diâmetro, pode-se observar que os melhores valores também foram encontrados nos tubetes com diâmetro de 110 cm<sup>3</sup>, com destaque para aqueles adubados durante todas as semanas com adubação de cobertura (Figura 1B). Wendling e Dutra (2010) colocam 2 mm como limite mínimo do D para uma muda bem formada de eucalipto, desta forma todos os tratamentos se encontram acima desse limite mínimo aos 120 dias após a semeadura.



**Figura 1.** Médias de altura (A) e diâmetro (B) aos 120 dias em mudas de *Acrocarpus fraxinifolius* sob diferentes adubações e volumes de recipientes. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.

**Figure 1.** Height (A) and diameter (B) at 120 days in *Acrocarpus fraxinifolius* seedlings under different fertilizations and container volumes. Averages with different letters differ significantly by Scott Knott's test at 5% significance, upper case letters differ in containers size and lower case differ treatments.

O desenvolvimento das mudas de *A. fraxinifolius* está correlacionado ao diâmetro dos tubetes, destacando os maiores diâmetros, resultado similar foi encontrado no trabalho Dias et al. (2016), constatou que as mudas de *Sapindus saponaria* L.(Saboneteira), *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil)(Paineira), *Guazuma ulmifolia* Lam. (Mutamba), e *Schinus terebintifolius* Raddi. (Aroeira) estão relacionadas diretamente com o volume do tubete, ao considerar as quatro espécies avaliadas, o tubete maior foi o recipiente que promoveu os maiores Índices de Qualidade de Dickson. Ferraz e Engel (2011), realizaram o trabalho com mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysostricha* (Mart. Ex Dc.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) e observaram que as mudas em tubetes maiores apresentam maior altura e diâmetro do colo, e maior desenvolvimento da parte aérea.

Lisboa et al. (2012) encontraram resultados similares em mudas de *Toona ciliata* (cedro-australiano), observou que os recipientes de maiores volumes tendem a disponibilizar

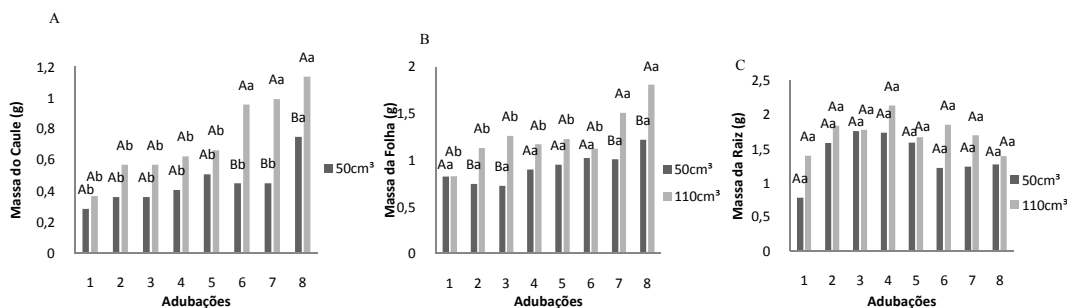
maiores quantidades de nutrientes e água retida, assim auxiliando no crescimento em altura da parte aérea. Bamberg et al. (2012) da mesma forma encontrou em mudas de eucalipto em que, o maior volume do tubete propiciou maior número de folhas, pois a restrição do sistema radicular imposta pelos tubetes pequenos limita o crescimento e o desenvolvimento de várias espécies.

A altura das mudas é um fator utilizado como indicativo de sobrevivência e desenvolvimento das mudas, assim nutrientes como nitrogênio podem auxiliar neste índice, como neste trabalho os tratamentos que foram adubados semanalmente apresentaram maiores índices de altura. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Caione et al. (2012), com mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke), observaram que aplicação de N promove aumento em altura nas mudas. Segundo Sperandio et al. (2011) a altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio no campo.

Analisando a massa seca do caule é possível notar que houve diferença para adubação fracionada com cobertura para as de liberação lenta, com resultados superiores para os recipientes de 110 cm<sup>3</sup>.(Figura 2A).

Quando se considera a massa seca das folhas é possível notar maior variação nos tratamentos 7 e 8 para os tubetes de 110 cm<sup>3</sup>, e no de 50 cm<sup>3</sup> não apresentou diferenças estatísticas (Figura 2B).

Os resultados de massa seca da raiz mostram que os tratamentos não tiveram diferenças significativas (Figura 2C), porém é possível notar uma tendência em que os tratamentos com osmocote investirem mais em sistema radicular.



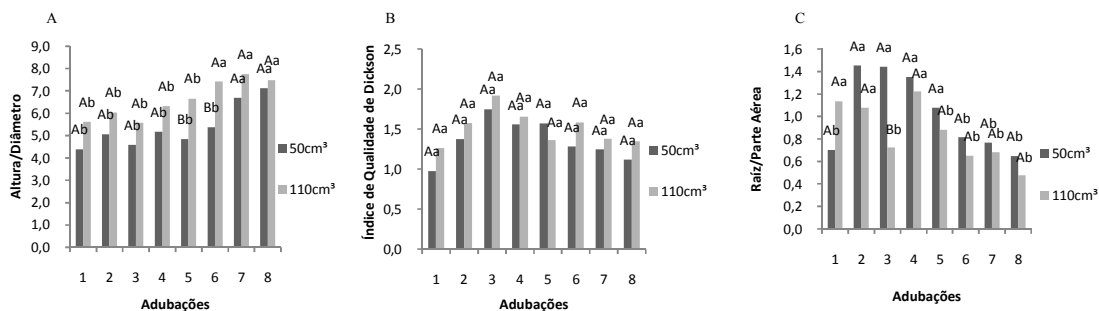
**Figura 2.** Média da massa do caule (A), folha (B) e raiz (C) em gramas (g) aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo com volume e manejo de adubação. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.

**Figure 2.** Average stem mass (A), leaf (B) and root (C) in grams (g) at 120 days in *A. fraxinifolius* seedlings according to volume and fertilization management. Averages with different letters differ significantly by Scott Knott's test at 5% significance, upper case letters differ in size containers and lower case letters differ treatments.

Com a análise de todos estes parâmetros, pode-se notar que o adubo mineral osmocote influenciou no desenvolvimento das mudas, porém a adubação por cobertura foi mais eficiente. Quando analisados a relação da altura com o diâmetro (H/D), pode-se notar que todos os tratamentos dos tubetes de 110 cm<sup>3</sup> obtiveram valores superiores (Figura 3A), com diferença estatística nos tratamentos 6, 7 e 8.

Na análise de Índice de Qualidade de Dickson (IQD), não foi encontrado diferenças significativas para os tratamentos nem para os tubetes (Figura 3B). Em relação a razão raiz /parte aérea (R/PA), constata-se que com exceção do tratamento 1, todos os demais possuíram os tubetes de 50 cm<sup>3</sup> com valores superiores aos de 110 cm<sup>3</sup>, e estatisticamente comparando entre os tratamentos demonstrou valores menores para aqueles adubados semanalmente, no caso, tratamentos 6, 7 e 8 (Figura 3C). Comparando estes valores com a figura 1, pode-se estabelecer o parâmetro que quanto maior a altura menor

o sistema radicular, ou seja, mudas em recipientes menores tendem a investir mais em sistema radicular, auxiliando assim na melhor fixação quando estas forem para campo.



**Figura 3.** Média da altura por diâmetro (H/D) (A), Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (B), razão raiz /parte aérea (R/PA) (C) aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo com volume e manejo de adubação. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.

**Figure 3.** Average height per diameter (H / D) (A), Dickson Quality Index (IQD) (B), root / shoot ratio (R / PA) (C) at 120 days in *A. fraxinifolius* seedlings according to volume and fertilization management. Averages with different letters differ significantly by Scott Knott's test at 5% significance, upper case letters differ in containers size and lower case letters differ treatments.

É possível notar que para os parâmetros relacionados à qualidade morfológica das mudas, tubetes menores geraram mudas mais robustas em relação entre altura e diâmetro, além disso as mudas apresentaram em geral maior relação raiz/parte aérea, mostrando uma limitação de crescimento a parte aérea pelo volume de raízes, sendo que para esse parâmetro a espécie mostrou investir mais em raiz e menos em parte aérea, já com a adubação de cobertura houve maior investimento em parte aérea, provavelmente pelo melhor suprimento nutricional no decorrer do tempo.

Ao analisar o teor de nitrogênio em folhas de *A. fraxinifolius* foi possível observar que não houve variação para tamanho de tubete, porém em relação aos tratamentos 7 e 8



apresentaram maiores teores, que é reflexo de melhor nutrição gerando maior crescimento e maiores teores na folhas (figura 4A). Destacando que nos tratamentos com adubação fracionada os valores encontrados foram melhores devido a adubação controlada manualmente, do que via osmocote.

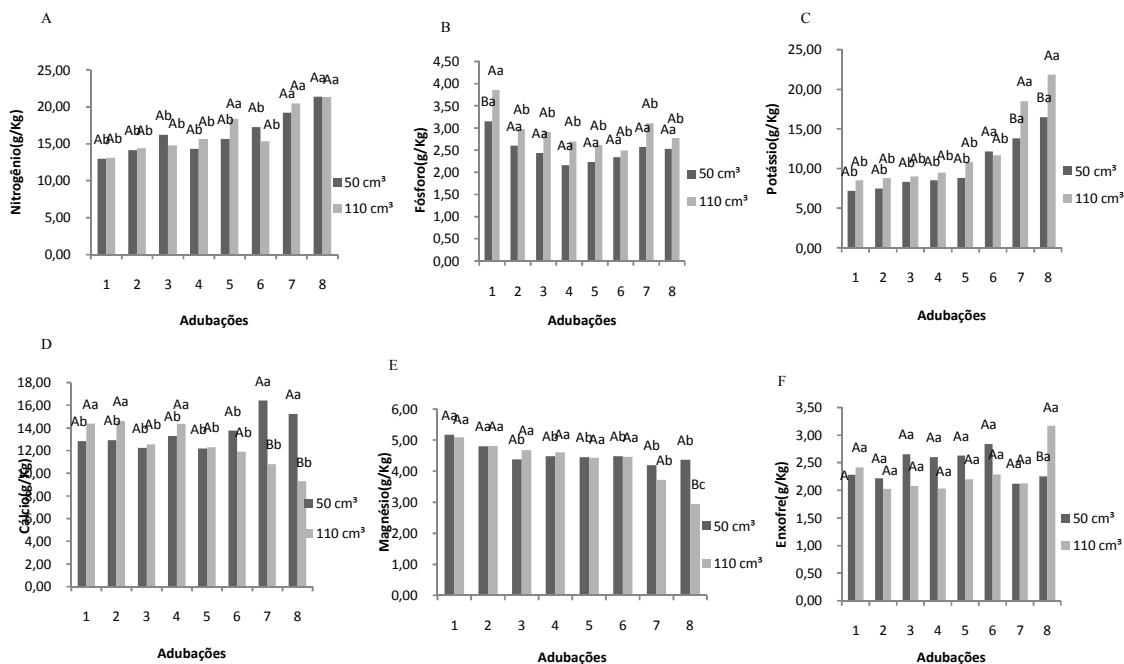
Os teores de fósforo nas folhas indicaram que somente o tratamento 1, que é o tratamento sem adubação, apresentou maiores teores de P nas folhas. Isso provavelmente ocorreu pelo efeito de concentração do mesmo, visto que foi o tratamento com menor acúmulo de biomassa (Malavolta, 2006) (Figura 4B).

Os resultados dos teores de potássio nas folhas, nos dois tipos de tubetes houve crescimento com osmocote, aqueles que obtiveram adubação por cobertura os resultados ficaram maiores. Assim com aumento das doses de adubo aumentou os valores, com um aumento maior nos tubetes de 110 cm<sup>3</sup> (Figura 4C).

Os teores de cálcio com relação ao osmocote e adubação não houve diferença entre os tratamentos, Ao comparar os dois tipos de tubetes os de 50 cm<sup>3</sup> obtiveram resultados maiores, onde a medida que ocorreu a adubação os resultados de 110 cm<sup>3</sup> caíram (Figura 4D).

Ao analisar magnésio os tubetes de 110 cm<sup>3</sup> resultaram em valores menores ao comparar com os de 50 cm<sup>3</sup>, nesta análise os tratamentos 7 e 8 foram os resultados menos satisfatórios em relação aos demais (Figura 4E). Tanto para Ca quanto para Mg é notado mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes e doses crescentes de potássio (Malavolta et al., 1997).

Observou-se ao analisar os teores de enxofre que a única diferença estatística ocorreu no tratamento 8 ao comparar os dois tamanhos de recipientes, entre os tratamentos não apresentou nenhuma diferença (4F).



**Figura 4.** Média do teor de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) aos 120 dias em folhas de *A. fraxinifolius* de acordo com volume e manejo de adubação. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.

**Figure 4.** Average nitrogen content (A), phosphorus (B), potassium (C), calcium (D) and magnesium (E) and sulfur (F) at 120 days in leaves of *A. fraxinifolius* according to volume and fertilization management. Averages with different letters differ significantly by Scott Knott's test at 5% significance, upper case letters differ in containers size and lower case letters differ treatments.

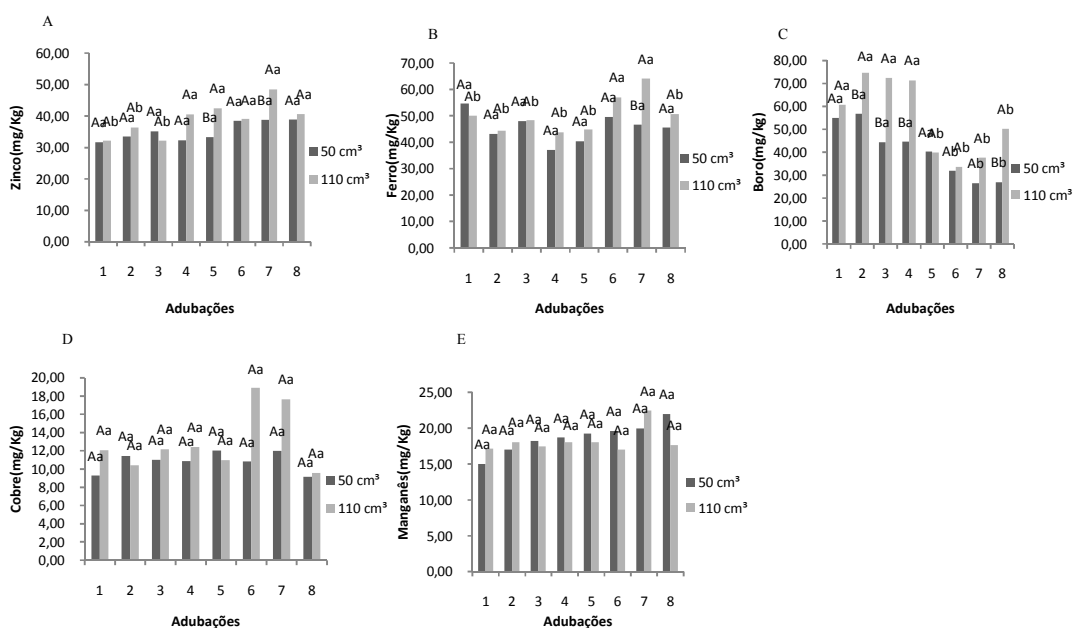
Em zinco os teores para tubetes de 110 cm<sup>3</sup> ficaram levemente maiores, onde os tratamentos tiveram tendência a crescer de acordo com a adubação (Figura 5A).

Observando-se ferro obtém que os tubetes de 110 cm<sup>3</sup> foram superiores na maioria dos tratamentos, com diferença nos tratamentos 2, 4 e 5 que foram inferiores aos demais

(Figura 5B).

Ao analisar o boro teve uma tendência de diminuição com adubação e com osmocote também, isso pode ter acontecido pela competição com fósforo, podendo ter ocasionado menor teor em que houve adubação (Figura 5C).

Para o cobre (5D) e manganês (5E) mesmo os resultados encontrados não se diferiram estatisticamente em comparação a todos os tratamentos isto pode acontecer pelo substrato utilizado.



**Figura 5.** Média do teor de zinco (A), ferro (B), boro (C), cobre (D) e manganês (E) aos 120 dias em folhas de *A. fraxinifolius* de acordo com volume e manejo de adubação. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.

**Figure 5.** Average zinc content (A), iron (B), boron (C), cooper (D) and manganese (E) at 120 days in leaves of *A. fraxinifolius* according to volume and fertilization management. Averages with different letters differ significantly by Scott Knott's test at 5% significance, upper case letters differ in containers size and lower case letters differ treatments.

Muniz et al. (2013) realizou um trabalho com adubação de NPK em mudas de eucalipto e encontrou resultado semelhante a este, cujo, na razão raiz/ parte aérea se observa ser maior em ambientes de baixa fertilidade, ou seja, em pequenos tubetes, podendo ser uma estratégia para a planta retirar o máximo de nutrientes nesta situação.

A resposta significativa ao potássio e não satisfatoriamente significativa ao enxofre presentes nos adubos aplicados nas mudas foram demonstradas no trabalho de Duarte et al. (2015), que testou doses crescentes de cloreto de potássio e sulfato de amônio em mudas de *Platymenia foliolosa* (vinhático), demonstrando que tanto na medição da altura como do diâmetro do colo as respostas foram melhores na adubação potássica. Assim Lôbo et al. (2014) em sua pesquisa com *Eucalyptus camaldulensis* observou que tubetes com adubação obtiveram maior disponibilidade de nutrientes essenciais no substrato, como nitrogênio, fósforo e potássio, podendo então ser absorvida pelas mudas, justificando maior crescimento.

Segundo Ruaro et al. (2009), Mengel & Kirkby (1978), os efeitos provocados por altas concentrações de Ca na absorção de K pelas raízes é um exemplo clássico de inibição competitiva, que ocorre quando dois elementos se combinam, com o mesmo carregador, como demonstrado neste trabalho, cujos tratamentos com aplicação de adubação de cobertura obtiveram maiores teores de cálcio e potássio.

Malavolta (1989) coloca que ocorre redução da inibição de competitividade entre K e Ca em baixa concentração, assim resultado similar foi encontrado por Carlos et al. (2014), que demonstrou no crescimento e nutrição de *Annona crassiflora* Mart., que um tratamento que omite cálcio mostrou o nível mais alto de potássio, como encontrado neste trabalho.

Para a análise de fotossíntese (A) (figura 6A) mostram que os tubetes de 110 cm<sup>3</sup> tiveram maiores médias em relação ao tubete de 50 cm<sup>3</sup> para todos os tratamentos com adubação de liberação lenta. Os melhores resultados fotossintéticos nos tubetes de 50 cm<sup>3</sup> ocorreram com adubação fracionada, tubetes 7 e 8, sendo que nesses tratamentos não houve diferença entre os

volumes de recipientes, sendo indicativo de boa resposta fisiológica, mostrando que o tubete menor com adubação apresenta mudas fisiologicamente semelhantes ao tubete com maior volume.

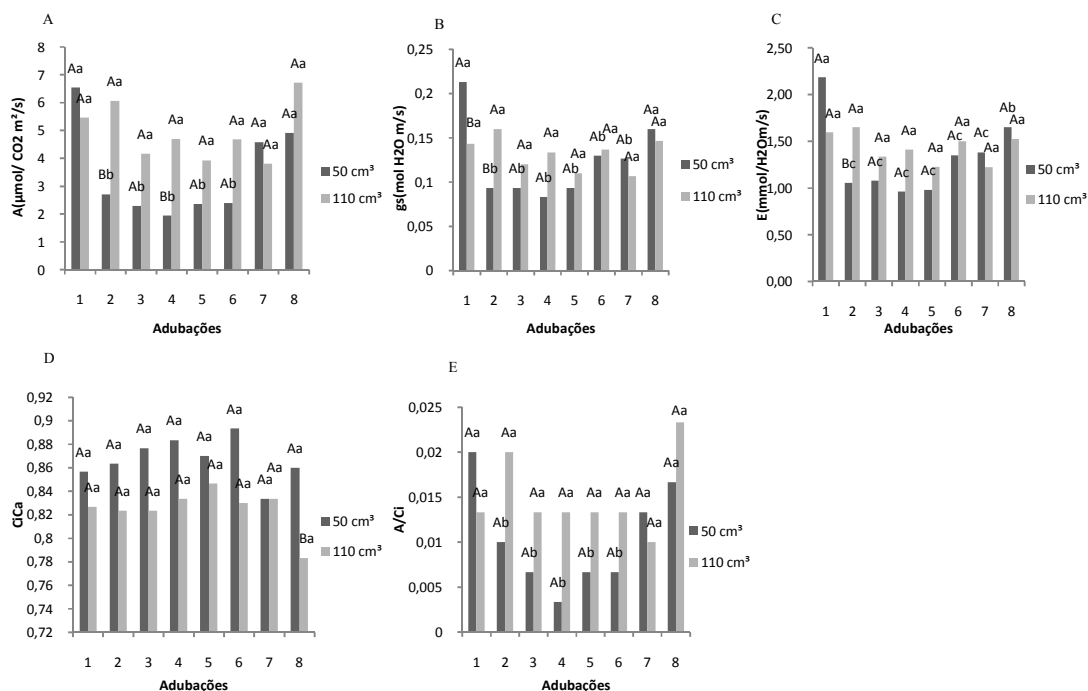
Tanto a condutância estomática ( $g_s$ ) (figura 6B) quanto a transpiração ( $E$ ) (figura 6C) apresentaram a mesma tendência para os de 50 cm<sup>3</sup>, foram encontradas diferenças, apenas os tratamentos 1 e 8 foram superiores aos demais, não ocorrendo diferença entre volumes de recipientes, porém a adubação influenciou as variáveis, ou seja, em tubetes de maior volume as diferentes adubações não modificaram as variáveis, já em tubetes de menor volume, as plantas com melhor adubação, no caso tratamento 8, apresentam melhor regulação estomática, devido aos maiores teores de potássio na folha (figura 4C), isso somando a uma maior taxa fotossintética, resultou em maior crescimento em altura e massa seca do caule (figuras 1A e 2A). O potássio atua sobre a elasticidade das paredes celulares e como regulador iônico de turgescência, consequentemente pela expansão celular e movimentos estomáticos (Momentel, 2016; Fischer, 2004; Mengel e Arneke, 1982).

A estimativa de carboxilação ( $C_iCa$ ) (figura 6D), ou seja, a quantidade de CO<sub>2</sub> interno e da atmosfera houve diferença significativa apenas no tratamento 8 comparando os dois tipos de tubetes.

Desenvolvendo uma relação entre a taxa fotossintética e a estimativa de carboxilação, ou seja, a eficiência de carboxilação ( $A/C_i$ ) (figura 6E), obtém-se que os resultados encontrados são similares aos das taxas fotossintéticas, com acréscimo entre os tratamentos com osmocote e adubados.

Esses dados revelam a importância da adubação principalmente em menores recipientes, pois esses apresentaram melhores respostas nos parâmetros fisiológicos das mudas em relação aos tratamentos empregados, mostrando assim que em uma muda feita em recipientes menores, deve-se tomar maior cuidado em relação a adubação, também fica claro

que uma muda feita em tubete pequeno porém bem adubado apresenta uma aparato fisiológico que propicia excelente desenvolvimento em campo.



**Figura 6.** Média de fotossíntese (A) (A), condutância estomática (gs) (B), transpiração (E) (C), estimativa de carboxilação (CiCa) (D), eficiência de carboxilação (A/Ci) (E), aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo com volume e manejo de adubação. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.

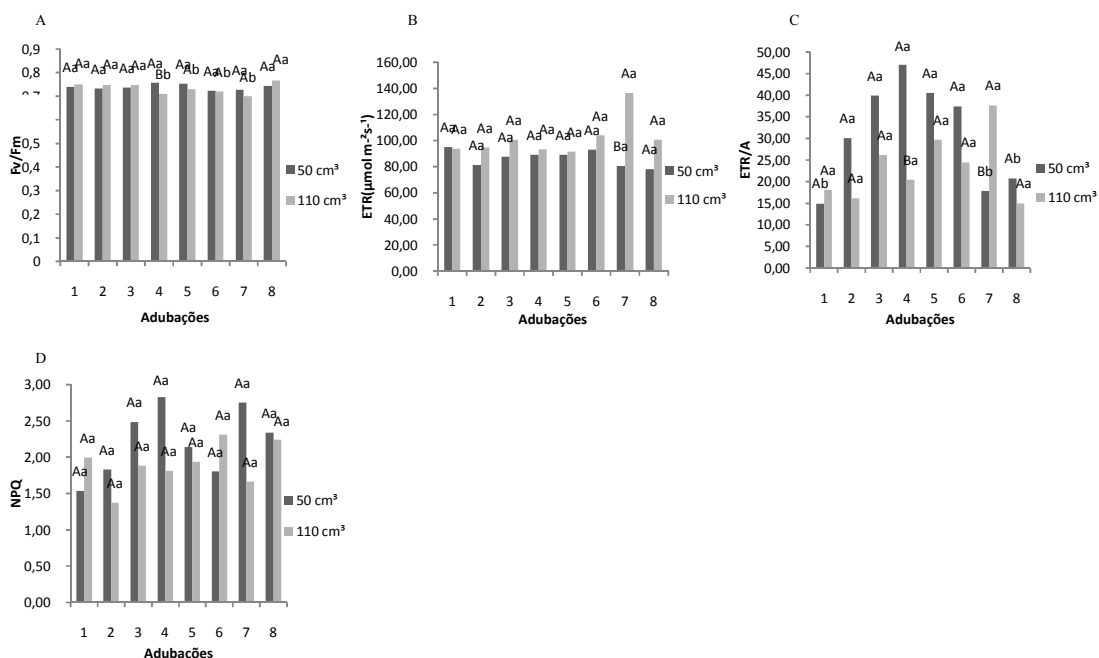
**Figure 6.** Mean of photosynthesis (A) (A), stomatal conductance (gs) (B), transpiration (E) (C), carboxylation estimation (CiCa) (D), carboxylation efficiency (A / Ci) 120 days in *A. fraxinifolius* seedlings according to volume and fertilization management. Averages with different letters differ significantly by Scott Knott's test at 5% significance, upper case letters differ in containers size and lower case letters differ treatments.

O rendimento quântico potencial do fotossistema II (Fv/Fm) (figura 7A) reflete a proporção de energia luminosa absorvida pelas clorofilas (no fotossistema II) que é utilizada no transporte de elétrons (Marengo et al., 2014), os resultados encontrados foram os esperados

indicando que os tratamentos não sofreram nenhum tipo de dano que interferisse no desenvolvimento.

A taxa de transporte de elétrons (ETR) (figura 7B), indica a quantidade de elétrons que estão chegando ao fotossistema II, observa-se que a única diferença significativa encontrada foi no tratamento 7.

Analisando a relação do ETR com a fotossíntese (figura 7C) e coeficiente de extinção não-fotoquímico (NPQ) (figura 7D), que é a dissipação na forma de calor, nota-se que nos tratamentos com adubação de liberação lenta os elétrons que chegam estão sendo mais utilizados para geração de calor do que propriamente para a fotossíntese acontecendo ao contrário em relação a adubação fracionada.



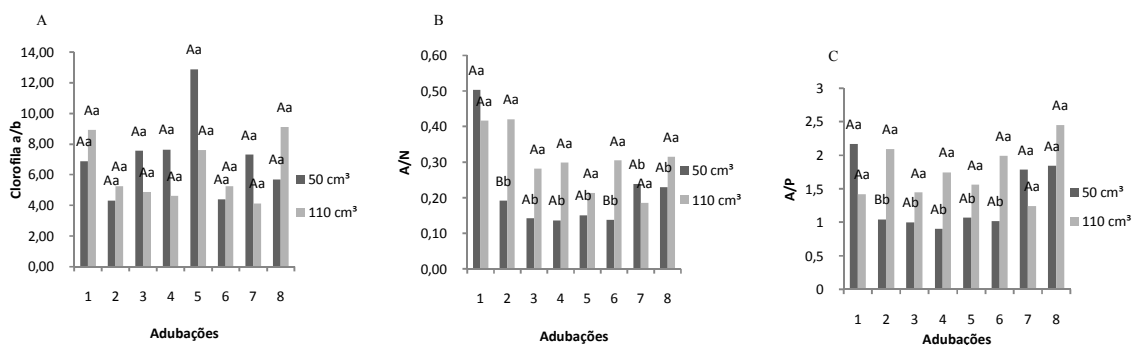
**Figura 7.** Média do rendimento quântico potencial do fotossistema II (Fv/Fm) (A), taxa de transporte de elétrons (ETR) (B), relação do ETR com a fotossíntese (C), coeficiente de extinção não-fotoquímico (NPQ) (D) aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo com volume e manejo de adubação. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e

letras minúsculas diferem tratamentos.

**Figure 7.** Mean of the potential quantum yield of photosystem II (Fv / Fm) (A), electron transport rate (ETR) (B), ETR ratio with photosynthesis (C), non-photochemical extinction coefficient ) at 120 days in *A. fraxinifolius* seedlings according to volume and fertilization management. Averages with different letters differ significantly by the Scott Knott test at 5% significance, upper case letters differ in containers size and lower case letters differ treatments.

Com relação a clorofila a/b (figura 8A), não houve diferença estatística. Ao analisar as relações fotossíntese/nitrogênio (figura 8B), e fotossíntese/ fósforo (figura 8C) verificando que para o tubete de 50 cm<sup>3</sup> a adubação fracionada apresentou diferenças estatísticas mostrando que o aumento da adubação aumentou também a deficiência no uso tanto de nitrogênio quanto de fósforo, aumento esse que melhora condições fisiológicas podendo influenciar na sobrevivência em campo.

No tubete de 110 cm<sup>3</sup>, em que ocorre menor quantidade de adubação a eficiência tende a ser maior, ou seja, têm-se eficiência maior com doses baixas. Nestes tubetes devido ao seu diâmetro ser maior, a adubação até mesmo em pequenas quantidades já é suficiente para suprir a demanda nutricional e consequentemente fisiológicas de fotossíntese, em contrapartida no tubete pequeno a restrição de volume interfere nos parâmetros fisiológicos inclusive na relação fotossíntese/ nutrição.





**Figura 8.** Média da relação clorofila a/b (A), relação fotossíntese/nitrogênio (B), relação fotossíntese/ fósforo (C) aos 120 dias em mudas *A. fraxinifolius* de acordo com volume e manejo de adubação. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância, letras maiúsculas diferem tamanho de tubetes e letras minúsculas diferem tratamentos.

**Figure 8.** Mean of the chlorophyll a / b (A) ratio, photosynthesis / nitrogen ratio (B), photosynthesis / phosphorus (C) ratio at 120 days in *A. fraxinifolius* seedlings according to volume and fertilization management. Averages with different letters differ significantly by Scott Knott's test at 5% significance, upper case letters differ in containers size and lower case letters differ treatments.

Segundo Santos e Schumacher (2016) a obtenção dos dados sobre a capacidade fotossintética das plantas é uma ferramenta importante para modelos baseados em processos que necessitam de informações fisiológicas para a predição do crescimento, sendo assim resultado similar a taxa fotossintética foi encontrado por Figueiredo et al. (2014), que observou em mudas clonais de eucalipto que o confinamento do sistema radicular pode causar redução na taxa fotossintética, seja por efeitos estomáticos ou não-estomáticos, onde nos menores tubetes ocorreu menor valor das taxas fotossintéticas.

Tonello e Teixeira Filho (2013) obtiveram resultados similares ao deste trabalho, no qual observaram em mudas de *Eucalyptus sp* que a condutância estomática (*gs*) acompanha a transpiração (*E*). Davila et al. (2011) encontrou resultados equivalentes a este em mudas clonais de eucalipto, em que tratamentos com adubações com potássio observaram maior desenvolvimento em altura e diâmetro, por proporcionar maior abertura dos estômatos.

Com relação ao coeficiente de extinção não-fotoquímico (NPQ), Zivcak et al. (2014), observaram que plantas de sol apresentam valores maiores por causa do aumento da taxa de transporte de elétrons (ETR), em que a dissipação térmica da energia de excitação, expressada

por extinção não-fotoquímica, mostrou tendências semelhantes às mostradas pela ETR. Dias (2015) coloca que o aumento da taxa de transporte de elétrons (ETR) em função do aumento da irradiância indica a capacidade em utilizar a luz para a fotossíntese de forma eficiente.

Resultado similar a clorofila a/b foi encontrado por Antoniazzi et al. (2013), que observou em mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) (cedro) maior razão clorofila a/b, ou seja, mudas podem apresentar maior capacidade de tolerar condições de plantios feitos em pleno sol, devido a maior concentração de clorofila a nas folhas.

Tanto para A/N e A/P, nota-se uma tendência no tubete de menor volume quando adubado com as maiores doses de adubação fracionada (tratamentos 7 e 8) que apresentou tendência a melhores valores nessas relações, indicando melhor utilização dos nutrientes em fotossíntese, indicando que apesar de restrição no crescimento, pelo tamanho do recipiente, os parâmetros fisiológicos indicam que a muda está fisiologicamente apta a ir a campo com grandes chances de sobrevivência.

#### 4. CONCLUSÃO

A adubação fracionada apresentou melhores resultados do que adubação de liberação lenta.

Os tubetes de 50 cm<sup>3</sup> são mais sensíveis a adubação por causa do menor volume.

Os melhores tratamentos de adubação foram 7(150g N, 300g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150g de K<sub>2</sub>O) e 8 (300g N, 600g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>e 300g de K<sub>2</sub>O).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antoniazzi AP, Binotto B, Neumann GM, Sausen TL, Budke JC. Eficiência de Recipientes no Desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências** 2013; 11(3):313- 317.

Bamberg R, Caron BO, Schmidt D, Souza VQ, Behling A. Determinação do Filocromo em Mudas de Eucalipto em Função do Volume do Tubete e da Densidade de Plantas. **Enciclopédia Biosfera** 2012; 8(15):629

Bilger W, Björkman O. Role of xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*. **Photosynthesis Research** 1990; 25:73-185.

Bilger W, Schreiber U, Bock M. Determination of the quantum efficiency of photosystem II and of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in the field. **Oecologia** 1995; 102:425-432.

Brasil. Ministério da Agricultura. **Normais climatológicas**. Brasília; 1992: 84

Caione G, Lange A, Schoninger EL. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis** 2012; 40:213-221.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, R. P.; SOARES, A. A. V.; TOLEDO, F. H. S. F. de. Growth and Fracionada Nutrition in *Annona crassiflora* Mart. Seedlings Subjected to Nutrient Deprivation. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 8, ed. 13, august, 2014.

Correia KG, Fernandes PD, Gheyi HR, Nobre RG, Santos TS. Crescimento, Produção e Características de Fluorescência da clorofila a em Amendoim Sob Condições de Salinidade. **Revista Ciência Agronômica** 2009; 40(4):514-521.

Davide AC, Silva EAA. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Ufla, 2008.

Davila FS, Paiva HN, Leite HG, Barros NF, Leite FP. Efeito do potássio na fase de rustificação de mudas clonais de eucalipto. **Revista Árvore** 2011; 35(1):13-19.

Dias, A. N. **Capacidade de Aclimação à Luz no Estabelecimento Inicial de Macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. Ex Mart.) em Condições de Viveiro e em Campo.** Florestal, 2015.

Dias IM, Barreto IDC, Ferreira RA. Efeito de Dosagens de Fertilizantes Fosfatado na Determinação de Volume Ótimo de Produção de Mudanças de Espécies Florestais Nativas. **Scientia Agraria Paranaensis** 2016; 15(14):471-475.

Dickson A, Leaf AL, Hosner JF. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle** 1960; 36(1):10 – 13.

Dinalli RP, Castilho RMM, Gazola RN. Utilização de Adubos de Liberação Lenta na Produção de Mudanças de *Vigna radiata* L. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia** 2012; 21(1):10-15.

Duart, ML, Paiva HN, Alves MO, Freitas AF, Maia FF, Goulart LML. Crescimento e Qualidade de Mudanças de Vinhático (*Platymenia foliolosa* Benth.) em Resposta à Adubação com Potássio e Enxofre. **Ciência Florestal** 2015; 25(1):221-229.

Embrapa, **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2009.

Ferraz AV, Engel VL. Efeito do Tamanho de Tubetes na Qualidade de Mudanças de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex Dc.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore** 2011; 35(3):413-423.

Figueiredo FAMMA, Carneiro JGA, Penchel RM, Campostrini E, Thiebaut JTL, Barroso DG. Trocas gasosas, relações hídricas e eficiência fotoquímica em mudanças clonais de eucalipto com permanência prolongada em tubetes. **Scientia Forestalis** 2014; 42(104):533-542.

Firmino AC, Moraes WB, Furtado EL. Primeiro relato de *Ceratocystis fimbriata* causando

seca em *Acrocarpus fraxinifolius* no Brasil. **Summa Phytopathol** 2015; 41(2):160.

Genty B, Briantais JM, Baker NR. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochimica et Biophysica Acta** 1989; 990:87-92.

Gonçalves JLM, Benedetti V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005.

Hunt R. **Basic Growth Analysis – Plant growth analysis for beginners**. London: Unwim Hyman Ltd; 1990.

Klippel VH, Pezzopane JEM, Pezzopane JRM, Cecílio RA, Castro FS, Pimenta LR. Zoneamento Climático para Teca, Cedro Australiano, Nim Indiano e Pupunha no Estado do Espírito Santo. **Revista Floresta** 2013; 43(4):671-680.

Laisk A, Loreto F. Determining photosynthetic parameters from leaf CO<sub>2</sub> exchange and chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology** 1996;110:903-91.

Lima Filho OF. Toxidez de Micronutrientes em Sorgo- Sacarino: Fotossíntese. **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2016.

Lisboa AC, Santos PS, Oliveira Neto SN; Castro DN, Abreu AHM. Efeito do Volume de Tubetes na Produção de Mudanças de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore** 2012; 36(4).

Lôbo LM, Muniz CO, Fernandes FPR, Brasil EPF, Ferreira EM, Costa, LFS. Crescimento de Mudanças de *Eucalyptus camaldulensis* em Resposta à Fertilização NPK. **Global Science and Technology** 2014; 7(2):74-80.

Malavolta E. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações. São Paulo: **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1989. 201.

Malavolta E. **Manual de nutrição fracionada de plantas**. São Paulo: Ceres; 2006.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafos; 1997. p. 319.

Marenco RA, Antezana-Vera SA, Gouvêa PRS, Camargo MAB, Oliveira MF, Santos JKS. Fisiologia de Espécies Florestais da Amazônia: Fotossíntese, Respiração e Relações Hídricas. **Revista Ceres** 2014; 61:786-789.

Mengel K, Arneke WW. Effect of potassium on the water potential, the osmotic potential, and cell elongation in leaves of *Phaseolus vulgaris*. **Plant Physiology** 1982; 54:402-408.

Mengel K, Kirkby EA. Principles of Plant Nutrition. Bern. **International Potash Institute**, 1978.

Momentel LT. **Crescimento e Eficiência no uso da água por clones de Eucalipto sob doses de potássio**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.

Muniz CO, Lôbo LM, Fernandes FPR, Ferreira EM, Brasil EPF. Efeito de Diferentes Adubos NPK no Processo de Produção de Mudanças de Eucalipto. **Enciclopédia Biosfera** 2013; 9(17): 1162.

Rai SN. Pre-treatment of *Acrocarpus fraxinifolius* seeds. **Indian-Forester** 1976; 102(80):488-491.

Rascher U, Liebig M, Lüttge U. Evaluation of instant lightresponse curves of chlorophyll fluorescence parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field. **Plant Cell Environmental** 2000; 23:1397-1405.

Ruaro L, Lima Neto VC, Ribeiro Júnior PJ. Influência do boro, de fontes de nitrogênio e do pH do Solo no controle de Hérnia das Crucíferas causadas por *Plasmodiophora brassicae*. **Tropical Plant Pathology** 2009, 34(4):213-238.

Santos KF, Schumacher MV. Ecologia e Crescimento de Eucalyptus em Condição de Déficit

Hídrico. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS 2016; 4(2):33-44.

Silva FR, Ferreira DF, Costa WCA, Tavares TO, Paiva RF, Leite PJS. Fertilizantes de Liberação Controlada na Adubação de Solo em Cafeeiros *Coffea arabica* em Produção. **X Semana de Ciência e Tecnologia do UNIARAXÁ** – 2013.

Simões PHO, Palheta LF, Vale RS, Correira RG, Neves RLP. Crescimento e Qualidade de Mudanças de Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.- Lecythidaceae) em Substratos Fertilizados com Macronutrientes. **Enciclopédia Biosfera** 2015; 11(21):689.

Sperandio HV, Caldeira MVW, Gomes DR, Silva AG, Gonçalves EO. **Qualidade de Mudanças de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* Produzidas em Diferentes Substratos**. Engenharia Ambiental- Espírito Santo do Pinhal 2011; 8(4):214-221.

Thebaldi MS, Lima LA, Colares MFB, Silva AC, Lima PLT. Dinâmica das Características Químicas de um Substrato Florestal Exposto à Irrigação. **Ciência Florestal** 2015, 25(2):375-384.

Trianoski R, Iwakir, S, Matos JLM, Prata JG. Viabilidade da utilização de *Acrocarpus fraxinifolius* em diferentes proporções com Pinus spp. para produção de painéis aglomerados. **Scientia Forestalis** 2011; 39(91):343-350.

Tonello KC, Teixeira Filho J. Transpiração e Condutância Estomática de Eucalyptus sp em Resposta à Radiação Global e Diferentes Condições Hídricas. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage-Irriga** 2013; 18: 607-623.

Van KO, Snel JFH. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research** 1990; 25:147-150.

Venturin N, Carlos L, Souza PA, Macedo RLG, Venturin RP, Higashikawa EM. Desempenho silvicultural de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight em função de diferentes espaçamentos e idades. **Cerne** 2014, 20(4).

Zivcak M, Brestic M, Kalaji HM. Photosynthetic responses of sun-and shade-grown barley leaves to high light: is the lower PSII connectivity in shade leaves associated with protection against excess of light? **Photosynthesis research** 2014; 119(3):339-354.

Wendling I, Dutra LF. produção de mudas de eucalipto por sementes. in: Wendling I, Dutra LF. **Produção de Mudas de Eucalipto** 2010: 13-47.



