

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**VARIAÇÕES NOS NÍVEIS DE ELEMENTOS MINERAIS APÓS  
APLICAÇÕES DE 2,4-D EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis***

**ALEXANDRE MARTINS FRAGOSO**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP –  
Câmpus de Botucatu, para obtenção do  
título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP  
Fevereiro – 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**VARIAÇÕES NOS NÍVEIS DE ELEMENTOS MINERAIS APÓS  
APLICAÇÕES DE 2,4-D EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis***

**ALEXANDRE MARTINS FRAGOSO**

Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes

Co-orientador: Prof. Dr. Edson Seizo Mori

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP –  
Câmpus de Botucatu, para obtenção do  
título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP  
Fevereiro - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F811v Fragoso, Alexandre Martins, 1984-  
Variações nos níveis de elementos minerais após aplicações de 2,4-D em progênies de *Eucalyptus grandis* / Alexandre Martins Fragoso. - Botucatu : [s.n.], 2014  
v, 48 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014  
Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes  
Coorientador: Edson Seizo Mori  
Inclui bibliografia

1. *Eucalyptus grandis* - Genética. 2. Eucalipto - Mudanças - Nutrição mineral. 3. Auxina. 4. Metabolismo. I. Moraes, Mario Luiz Teixeira de. II. Mori, Edson Seizo. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “VARIACIONES NOS NÍVEIS DE ELEMENTOS MINERAIS APÓS  
APLICAÇÃO DE 2,4-D EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus grandis*”

ALUNO: ALEXANDRE MARTINS FRAGOSO

ORIENTADOR: PROF. DR. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Aprovado pela Comissão Examinadora



---

PROF. DR. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES



---

PROF. DR. MAURICIO DUTRA ZANOTTO



---

PROF. DR. GISELA FERREIRA

Data da Realização: 18 de fevereiro de 2014.

**DEDICO**

A minha mãe, Adélia Martins Fragoso

As famílias Martins e Fragoso

Ao meu pai, Dario Fragoso

E ao meu avô, Isaltino Batista Martins

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A todos da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu – FCA/UNESP, pela convivência nestes 9 anos e a oportunidade para a realização do trabalho de mestrado.

Ao Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes por sua orientação e amizade;

Ao Prof. Dr. Edson Seizo Mori por sua co-orientação;

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de estudo durante o curso de pós-graduação;

Aos professores e funcionários da Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA/UNESP/Campus de Botucatu pela colaboração e incentivo.

Aos funcionários e ao amigo Rildo Moreira da Estação Experimental de Itatinga pela condução dos experimentos.

Em memória do meu pai Dario Fragoso e meu grande amigo e avô Isaltino Batista Martins.

A todos que contribuíram para realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

<b>SUMÁRIO</b>	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	VI
<b>RESUMO</b> .....	01
<b>SUMMARY</b> .....	03
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	05
<b>2. OBJETIVO</b> .....	07
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	08
<b>3.1 Gênero</b> .....	09
<b>3.2 Melhoramento</b> .....	10
<b>3.2.1 Teste de Progênes</b> .....	11
<b>3.2.2 Plantios comerciais e clonagem</b> .....	12
<b>3.2.3 Parâmetros genéticos</b> .....	13
<b>3.2.4 Software Selegen-REML/BLUP</b> .....	15
<b>3.3 Regulador Vegetal</b> .....	15
<b>3.3.1 Auxina</b> .....	16
<b>3.3.2 Abertura Estomática</b> .....	16
<b>3.3.3 Herbicida Auxínico</b> .....	17
<b>3.3.4 Subdosagens de glifosate</b> .....	18
<b>3.4 DMA 806 (2,4-D) no controle de plantas daninhas</b> .....	18
<b>3.4.1 Deriva de 2,4-D e resíduos no solo</b> .....	19
<b>3.4.2 2,4-D como regulador de crescimento</b> .....	21
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	42
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	43

## LISTA DE TABELAS

## Página

<b>Tabela 1.</b> Extração de macronutrientes de <i>Eucalyptus grandis</i> para determinação da melhor dose em função da matéria seca da parte aérea, 15 dias após aplicação.....	28
<b>Tabela 2.</b> Extração de micronutrientes de <i>Eucalyptus grandis</i> para determinação de melhor dose em função da matéria seca da parte aérea, 15 dias após aplicação.....	29
<b>Tabela 3.</b> Altura, Diâmetro, Comprimento e Largura finais após a primeira aplicação de 2,4-D, Matéria Seca Final (MSII) e Área Foliar (II) após duas aplicações no intervalo de aplicação de duas semanas em mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	29
<b>Tabela 4.</b> Quadrados médios e teste F da extração de nutrientes em mudas de <i>Eucalyptus grandis</i>	30
<b>Tabela 5.</b> Perdas nas amostras foliares de Mg e Mn em mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	30
<b>Tabela 6.</b> Altura e Diâmetro iniciais e finais em mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	31
<b>Tabela 7.</b> Estimativa dos parâmetros genéticos com relação a extração de nutrientes da parte aérea e posterior análise nutricional, do teste de progênie de <i>E. grandis</i> avaliado a 2 semanas após aplicação do produto 2,4-D ( $3,75\mu\text{L.L}^{-1}$ ).....	35
<b>Tabela 8.</b> Correlações genéticas de macro ( $\text{g.}10^{-3}$ ) e micronutrientes (mg) das amostras foliares após 2 semanas de aplicação de 2,4-D, em progênies de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	36
<b>Tabela 9.</b> Estimativa dos parâmetros genéticos com relação a extração de nutrientes da parte aérea e posterior análise nutricional, do teste de progênie de <i>Eucalyptus grandis</i> avaliado a 2 semanas após aplicação do produto 2,4-D ( $3,75\mu\text{L.L}^{-1}$ ).....	38
<b>Tabela 10.</b> Correlações genéticas de macro ( $\text{g.}10^{-3}$ ) e micronutrientes (mg) extraídos da parte aérea após 2 semanas de aplicação de 2,4-D, em progênies de <i>Eucalyptus grandis</i> .....	39
<b>Tabela 11.</b> Estimativa dos parâmetros genéticos com relação a aspectos morfológicos e fotossintéticos advindos da interação do produto 2,4-D( $3,75\mu\text{L.L}^{-1}$ ) com as 20 Progênies de <i>Eucalyptus grandis</i> . Altura inicial (Alt), Diâmetro inicial (Diâ), Altura Final (AltF), Diâmetro Final (DiâF), Clorofila anterior a aplicação (Clo), Clorofila após aplicação (CloF), Matéria seca parte aérea(MS) e Área Foliar final(AF).....	40



## RESUMO

O Brasil triplicou sua produção florestal de eucalipto desde 1970, alcançando médias de  $45\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . Muitos avanços técnicos contribuíram para esta produtividade, dentre eles a utilização de herbicidas para o controle de plantas daninhas, evitando assim grande parte da matocompetição e melhor desenvolvimento do vegetal quanto à iluminação e assimilação de nutrientes. O produto 2,4-D destaca-se como herbicida seletivo às dicotiledôneas utilizado nas grandes culturas, dentre elas está a cultura do eucalipto. O 2,4-D também pode ser usado como regulador vegetal, auxina (Ax), podendo gerar incrementos nutricionais e auxiliar no desenvolvimento morfológico do vegetal após testes preliminares para obtenção de dosagem ideal. O presente trabalho objetivou avaliar a influência e as interações entre a obtenção de dosagem ideal, à espécie e estágio de desenvolvimento (mudas), no primeiro teste do produto 2,4-D como regulador vegetal, para posteriormente ser aplicado em teste de progênies de *Eucalyptus grandis* para estimar os parâmetros genéticos quantitativos. Os experimentos foram realizados no viveiro de mudas do Departamento de Ciências Florestais – FCA/UNESP, Botucatu-SP. Utilizando mudas procedentes do Horto Florestal de Itatinga. Os delineamentos utilizados

foram em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições para o primeiro teste, com 25 indivíduos por bloco, totalizando 150 indivíduos. E para o teste de progênes foram usadas 20 progênes em três repetições, totalizando 960 plantas. A avaliação de médias para o primeiro teste foi realizada pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com o programa estatístico ASSISTAT 7.6 beta e para o teste de progênes foram obtidos os parâmetros genéticos quantitativos pelo programa computacional SELEGEN. Como fatores norteadores após 15 dias da aplicação do produto foram avaliados os macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) nos tecidos vegetais da parte aérea e realizadas avaliações de caracteres morfológicos como a altura e o diâmetro e as medidas diretas de matéria seca, de área foliar e de clorofila. Os nutrientes: fósforo, enxofre, ferro, manganês e os caracteres matéria seca e área foliar foram diferentes significativamente a 5% de probabilidade. No teste de progênie as elevadas acurácias (maiores que 0,70) demonstraram a eficiência na escolha da dosagem e caracteres avaliados, com destaque para o elemento zinco extraído como fator de seleção, apresentando CVr de 2,11, e a matéria seca ( $\hat{h}_a^2 = 0,90$ ) como principal caráter para seleção, entre os demais.

**Palavras chaves:** Auxina, metabolismo, nutrição mineral.

VARIATIONS OF MINERAL ELEMENTS AFTER 2,4-D APPLICATION ON *Eucalyptus grandis* PROGENIES. Botucatu, 2014. 48p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Alexandre Martins Fragoso

Adviser: Mario Luiz Teixeira de Moraes

Co-adviser: Edson Seizo Mori

## SUMMARY

The Brazil tripled its eucalyptus production reaching averages  $45\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$  in comparison to 70's decade. Many technical advances have contributed to this productivity, among it the use of herbicides for weed control, thus avoiding much of the weed competition and better development of the plant as the lighting and nutrient assimilation. The 2,4-D product stands out as selective herbicide for broadleaved used in major crops, among them is the cultivation of eucalyptus. 2,4-D may also be used as plant growth regulator like synthetic auxin (Ax) and may generate nutritional helper increases and the morphological development of the plant after preliminary testing to obtain optimal dosage. This study aimed to evaluate the influence and interactions between obtaining optimal dosing in the first test of 2,4-D product as plant growth regulator, to subsequently be applied in progeny test of *Eucalyptus grandis* to estimate quantitative genetic parameters. The experiments were performed in the seedling nurseries of the Department of Forest Sciences - FCA / UNESP, Botucatu-SP. Using seedlings coming from Horto de Itatinga. The designs were used in a randomized block design with five treatments and five repetitions for the first test, with 25 trees each, totaling 150 individuals. And for the 20 progenies progeny tests were used in three replications, totaling 960 plants. The rating average for the first test was performed by Tukey test at 5% probability, with the 7.6 beta ASSISTAT statistical program and the progeny test with the obtention the quantitative genetic parameters were obtained by SELEGEN computer program. As guiding factors after 15 days of product application were evaluated macro and micronutrients (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn) in plant tissues of aerial part and performed evaluations of characters morphological as height and diameter and direct measurements of dry matter, leaf area and chlorophyll. Nutrients: phosphorus, sulfur, iron, manganese and characters

dry matter and leaf area were significantly different at 5% probability. In the progeny test showed the high accuracies (greater than 0.70) showing the efficiency in choosing the dosage and evaluated characteristics, highlighting the element zinc extracted as a selection factor, presenting CVr 2.11, and dry matter ( $\hat{h}_a^2 = 0.90$ ) as the main character for selection, among others.

---

Keywords: Auxin, metabolism, mineral nutrition.

## **1. INTRODUÇÃO**

Com o desenvolvimento agrícola, os insumos vêm sendo utilizados em larga escala, aonde os avanços nas partes técnicas da cadeia agrícola, vem diminuindo as perdas e maximizando os ganhos, principalmente aos relacionados à produtividade e uso de novas tecnologias. Produtividade esta que, alcançadas pelas grandes culturas, dentre elas a do eucalipto, tornando-se necessária o uso racional dos produtos, dentre eles os fitossanitários, como, por exemplo, os herbicidas.

Para a incorporação de novas tecnologias no âmbito florestal, as mesmas devem ser comprovadas principalmente nos testes de progênies, nas quais são avaliadas as características de interesse e as demais relacionadas ao processo produtivo, pois quanto maiores forem os ganhos na espécie a ser melhorada, melhor serão as condições de adaptabilidade ao local de plantio e maior será a resistência a fatores não controlados generalizados nas características de sobrevivência do vegetal ao estresse. Estresse caracterizado pela severidade, duração, tempo de exposição e combinação deles, nas quais os tecidos, genótipos e estágio de desenvolvimento do vegetal irão determinar a

resposta e o resultado, ou seja, se haverá a tolerância (sobrevivência) ou suscetibilidade (morte) do vegetal.

O produto 2,4-D, desde sua descoberta, vem sendo utilizado em larga escala no controle de plantas dicotiledôneas, como herbicida. Os estudos com relação à molécula caracterizada como regulador vegetal auxina, baseiam-se nos estudos deletérios de derivas artificiais, que tem causado modificações em culturas agrícolas comestíveis e deixando efeitos residuais no solo.

A utilização benéfica de 2,4-D como regulador vegetal foi realizada por Fragoso et al. (2011), que obtiveram ganhos para a cultura do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris*, nos níveis nutricionais de tecidos vegetais da parte aérea. Relatando também a metodologia de obtenção de dosagens em feijoeiro *Phaseolus vulgaris* e *Eucalyptus grandis* (FRAGOSO et al., 2012a). Comprovando ganhos na matéria seca e parte aérea de *Eucalyptus grandis* (FRAGOSO et al., 2012b), determinando diâmetro e altura de *Eucalyptus grandis* ideais (FRAGOSO et al., 2012c) e macronutrientes em *Eucalyptus grandis* (FRAGOSO et al., 2013), demonstrando que o vegetal sob condições de estresse pode alterar seu metabolismo tendo em vista a sua sobrevivência ou devido a um ganho por processos biológicos da interação como a abertura estomática, pois a auxina atua como hormônio que regula este processo, fotossíntese e alongação celular. Como fator indireto se tem o aumento de nutrientes como ferro e manganês, atuando no metabolismo de auxina (MALAVOLTA, 2006).

O presente estudo tem como hipótese: “Se a utilização de subdosagens de 2,4-D em mudas de *Eucalyptus grandis* tem efeito na translocação de nutrientes à parte aérea, então ocorrerá uma melhor translocação de produtos sistêmicos, aumentando a sua eficiência, possibilitando sub-adubações, sistêmicas e racionais”. Além de incrementos produtivos por aumento da taxa fotossintética por alteração do metabolismo. Com isso as mudas teriam maior estímulo de crescimento em função da interação com o produto e resposta a sobrevivência por parte do vegetal.

Na falta de trabalhos sobre a utilização do herbicida 2,4-D como regulador, utilizando a cultura do *Eucalyptus grandis* e sua interação nos níveis nutricionais (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) de tecidos vegetais da parte aérea e caracteres como altura e diâmetro, e medidas diretas de matéria seca, área foliar e clorofila, surge a presente proposta de avaliar a aplicação do 2,4-D em progênies de *E. grandis*.

## **2. OBJETIVO**

Utilizar o regulador de crescimento auxina, 2,4-D, em subdosagens frente ao crescimento de *Eucalyptus grandis* e respectivas progênies de polinização aberta, para estimação de parâmetros genéticos e estudo das variações nos níveis de elementos minerais.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

Com o passar do tempo o conhecimento técnico-científico tem se aprimorado. A domesticação de espécies se tornou necessária, desde a estagnação do homem no modelo de subsistência, até os atuais conglomerados de exploração econômica-capitalista. No Brasil, ao longo de sua história ocorreram fenômenos desde a exploração extrativista de espécies nativas, até plantio de espécies exóticas de interesse nacional, internacional, social, cultural e político (DEAN, 1991). O gênero *Eucalyptus* se destaca no cenário nacional, ocupando o primeiro lugar no panorama florestal brasileiro. Amplamente adaptado ao interior paulista, a espécie vem sendo alvo de constantes estudos com relação ao melhoramento genético, principalmente com a inclusão de novas tecnologias que auxiliam cada vez mais a adaptabilidade da cultura face às características ambientais e as demais correlatas em situações de estresse e respectivas respostas as mesmas. Tem-se no Brasil uma tendência a utilizar as espécies florestais de formas racionais atendendo aos objetivos sustentáveis, ou seja, para que a produção ocorra em sua ampla magnitude à mesma deva abordar características ambientais, sociais e econômicas, como segue os



princípios do atual Código Florestal Brasileiro (Lei Número 12.651, de 25 de maio de 2012).

Em função da diversidade de produtos, a base florestal brasileira compreende produção, colheita e transporte de madeira. Além da obtenção dos produtos finais nos Painéis de Madeira Industrializada, Papel e Celulose, Madeira Processada Mecanicamente, Biomassa, Siderurgia, entre outros. O valor bruto da produção (VBP) totalizou BRL 56,3 bilhões. Os tributos foram de BRL 7,6 bilhões. O saldo da balança comercial foi de USD 5,5 bilhões. Ampliando a sua participação no superávit da balança comercial nacional em 28,1%. Foram gerados 4,4 milhões de empregos e investimentos de BRL 149 milhões em inclusão social, educação e meio ambiente. A área brasileira de plantios de *Eucalyptus* e *Pinus* atingiu 6,66 milhões de hectares em 2012. Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Bahia e Mato Grosso do Sul apresentaram maiores concentração de plantios florestais (ABRAF, 2013).

### 3.1 GÊNERO

A Seção Transversária a que pertence *Eucalyptus grandis* corresponde à família Myrtaceae subfamília Leptospermoideae e subgênero Symphyomyrtus (PRYOR, 1976; ELDRIDGE et al., 1994).

As espécies de eucalipto são naturalmente de cruzamento misto, mas predomina a alogamia (MORAN;BELL, 1983). Sua polinização é predominantemente realizada por abelhas, apresentando o mecanismo de protogenia, onde o estigma não se torna receptivo até liberação do pólen pela estrutura reprodutiva flor (PRYOR, 1985). A variabilidade, por se tratar de espécie de floresta tropical, se dá maior dentro do que entre populações (HAMRICK;LOVELESS, 1986). Pela diferenciação entre indivíduos aliados a obtenção de diversidade da espécie, as diferenças se dão dentro de populações, como indivíduos de um mesmo local ou onde os mesmos sofrem a influencia da reprodução sexuada, a alogamia.

São diversos os usos como produtos, como carvão, celulose, serraria e produção de óleos essenciais (RAMALHO, 1995). Algumas espécies extrapolam a amplitude edafoclimática de origem, apresentando plasticidade genotípica com ampla dispersão mundial, junto à obtenção de híbridos e na clonagem de árvores selecionadas (ELDRIDGE, 1975). A espécie *Eucalyptus grandis*, é a mais cultivada no Brasil, com

destaque no gênero, sendo a melhor em desenvolvimento nos plantios comerciais em regiões subtropicais (KAGEYAMA, 1980; MORAES, 1987).

### 3.2 MELHORAMENTO

Diversos fatores influenciaram no sucesso do país em atender as demandas de produtos florestais, sendo que ganhos efetivos nas técnicas deram-se efetivamente com o advento do melhoramento florestal. O primeiro trabalho relacionado propriamente dito como de melhoramento vegetal em Eucalipto data de 1941 por C. A. KRUG, onde comparando seus métodos com a metodologia atual, situam-se entre a Área de Coleta de Sementes e Área de Produção de sementes, ACS e APS, respectivamente. Onde o conhecimento já retratava a importância da caracterização de uma população específica aos dois nichos econômicos que viriam a aparecer, o de conservação e o de exploração econômica, decorrente da crescente internacionalização do conhecimento e busca do atendimento as necessidades locais, onde a adaptação, reprodução, técnicas de plantio e geração de novas técnicas de produção, caracteriza o potencial produtivo de uma nação.

Ferreira e Santos (1997) em se tratando de Pomar de Semente Clonal (PSC), relataram que foram estabelecidos pomares em função de demanda crescente por sementes e seleção via fenótipos a partir da década de 60, onde as características morfológicas eram à base do processo de seleção e busca de indivíduos superiores. Em se tratando de produção nacional de indivíduos, sementes, melhoradas geneticamente, foram realizadas a partir da década de 1970. Foi observada a metodologia de implantação de testes de progênie, com a reintrodução de materiais genéticos mais apurados para seleção e maior garantia genética de procedência. Caracterizando a semente como etapa principal do meio produtivo, pois com uma semente de qualidade, as etapas iniciais de produção podem se adequar ao futuro, com a obtenção final de indivíduos de qualidade. Em função da seleção de gametas pelo processo reprodutivo sexuado em alógamas e de autofecundação, autógamas, objetiva-se aumento e alteração de alelos, que venham a gerar um indivíduo com características de uma população a determinado interesse de programas de melhoramento (PIRES et al., 2011).

A seleção artificial apresenta algumas dificuldades em função do grande número de genes, base genética, mais a interação do genótipo com o meio

ambiente, fenótipo. Classicamente, os programas de melhoramento baseiam-se na escolha de genitores, seleção de indivíduos superiores e a avaliação em campo propriamente dita como produtividade, parâmetros morfológicos do indivíduo e como representante de uma população (CROSSA, 1990). Incrementos diversos que resultam no aumento de produção tornaram-se necessários que vão desde o começo da cadeia produtiva, com produção de mudas, clonagem, até modificações positivas que resultam em uma qualidade final de matéria prima para determinados “nichos” econômicos nacionais e internacionais. Ficando a adaptação de indivíduos condicionada a um manejo semelhante ao melhorado, pois a máxima expressão de uma determinada característica se dá em função de todas as variáveis envolvidas no processo, principalmente as técnicas de produção e sua adoção pelo produtor com a regionalização. Novas introduções de materiais genéticos tornam-se importante para a inclusão de variedade em populações sendo as mesmas advindas dos centros de origem, natural, ou de bancos de germoplasma (MORI, 2007).

Segundo Borém (2005) a etapa inicial de qualquer programa tendo em vista o melhoramento está relacionada a seleção de espécies e populações a serem trabalhadas, onde a seleção deve avaliar aos caracteres relacionados ao produto florestal de interesse.

### **3.2.1 TESTE DE PROGÊNIES**

O teste de progênies tem como finalidade (relacionada a valores reprodutivos) estimar parâmetros genéticos. Sendo todos os indivíduos avaliados com características de sua morfologia como altura, diâmetro e volume (MORAES, 2001). A especificidade relacionada ao tipo de polinização, controle, torna o teste gradativo de dificuldade, facilitando ou não, com seleção apurada e posterior recorrente dos indivíduos (DANIELS, 1984). Sendo que a avaliação da capacidade produtiva sob nova técnica utilizada, permite a extrapolação dos resultados até então obtidos, possibilitando novas características na população a ser melhorada e obtenção de indivíduos superiores para produção, ou com alto valor genético, para fins de diversidade gênica, para conservação da espécie ou para fins de produção comercial. Mori et al. (1988) estudaram a variação genética de *E. urophylla* em populações naturais da Indonésia, com avaliações individuais e conjunta, concluindo a que a seleção é eficiente em nível médio de progênies do que dentro, e a individualização de locais de avaliação.

Segundo Kageyama (1980) os ensaios com progênies refletem vantajosos mecanismos para o melhoramento florestal. Eles servem para estimar valores genéticos de matrizes e as respectivas performances das suas progênies (ROUTSALAINEN; LINDGREEN, 1998). A partir do teste de progênie pode-se avaliar os melhores indivíduos e inclui-los nos pomares de segunda geração (KAGEYAMA, 1980). A partir da mensuração da parte genética ou ambiental, obtém-se realmente os indivíduos superiores (ASSIS, 1996). Segundo Namkoog (1966) a taxa de ganho genético depende em parte das variâncias genéticas obtidas. O valor da variância aditiva entre progênies é diminuído pelo nível de endogamia natural.

### **3.2.2 PLANTIOS COMERCIAIS E CLONAGEM**

O desenvolvimento de conceitos de exploração e extração de capital das espécies vegetais, sejam elas agrícolas, sejam florestais, fez com que as monoculturas se tornassem comumente utilizadas, devido a vantagens que vão desde manejo entomo-patológico até a facilitação da colheita pela mecanização. A uniformidade dos plantios, em aspectos genéticos, tem vantagens e desvantagens. A principal vantagem de um plantio clonal, por exemplo, dá-se em função de que todos os indivíduos da população, alcançarão índices iguais aos relacionados ao seu programa de melhoramento vegetal, sendo a produtividade o caráter principal junto aos demais índices mensuráveis e desejados a sua exploração (BRACK, 2011). Porém em parâmetros genéticos, os mesmos não são favoráveis para fins de conservação de espécies, pois a principal característica de uma espécie a ser melhorada, é a de possuir diversidade genética, sendo que a mesma é reduzida com os cruzamentos para determinado fim. Restando aos locais de origem naturais, ou para os bancos de germoplasma artificiais, papéis determinantes na avaliação de uma espécie agrícola para busca de genes em resposta as possíveis adaptações em face de modificações ambientais, caracteres produtivos ou necessidades ímpares decorrentes das características almejadas de melhoramento. Produtividade esta restrita a um grande conjunto de alelos e genes, tratando-se de termos quantitativos, que limita ganhos expressivos em função do conhecimento técnico atual ou devido à falta de extrapolação de dados genéticos. Pois mesmo com o sequenciamento genômico das espécies, ficou-se restrito a caracterização apenas de aminoácidos e os termos ditos qualitativos, onde se controlam a expressão gênica em poucos pares de genes, muitas vezes ligados apenas a

caracterização morfológica restrita, como aspectos inerentes a coloração por exemplo. Com o advento de sequenciadores, a caracterização molecular dos indivíduos, torna-se necessária para um maior e melhor controle da expressão gênica, com a obtenção de ganhos genéticos cada vez mais precisos, mensuráveis e de fácil replicação. Em virtude da enorme quantidade de pares de base que envolve o sequenciamento, possuímos ainda um entrave ou falta de padrões, que não permite ao melhorista a melhor caracterização de uma espécie agrícola e facilidades na procura por genes específicos em bancos de germoplasma e em espécies já melhoradas.

Influenciados pelas diferenças com relação à exploração do genótipo e sua interação com o ambiente, o fenótipo torna esta interação, genótipo e ambiente, mais complexa do que pode-se supor, fazendo com que uma pequena mudança climática, inviabilize a produção, seja por efeito de um fitopatógeno oportunista em função do regime hídrico regional, micro-clima, seja por um agente entomológico em possível desequilíbrio populacional, em função de uma pressão de seleção ou falta de inimigos naturais, característicos de possíveis aplicações de agentes químicos não seletivos (WANNAMACHER, 2004).

Este mini-quadro de influências físico-química-biológicas faz com que qualquer modificação antrópica na espécie vegetal em questão, deva abordar o aspecto de transdisciplinaridade, pois são inúmeros os fatores relacionados com o indivíduo, sua população e os aspectos de exploração para determinado nicho-econômico, aspectos ambientais e sua interação entre os agentes sociais, que compõe o desenvolvimento sustentável (YARED;SOUZA, 1993).

### **3.2.3 PARÂMETROS GENÉTICOS**

A capacidade de identificação de genótipos superiores sob seleção torna-se possível a obtenção de populações melhoradas (KAGEYAMA, 1980). As estratégias de melhoramento baseiam-se nas estimativas de parâmetros genéticos e predição de ganhos, pois as mesmas geram informações sobre o potencial genético desde o indivíduo, até progênies e clones, sempre na obtenção para um novo ciclo de seleção (RESENDE, 1991; FERNANDES et al., 2004).

Em função de observações feitas junto a caracteres quantitativos, as variâncias são compostas de partes genéticas e não genéticas, a variação resultante segue o

mesmo princípio de diferença de componentes, ou seja, a variação aproveitável na seleção (genética) e outra não aproveitável (ambiental), esta última contra os interesses do profissional de melhoramento (FERREIRA, 2006).

A variância genética é composta de componentes onde Fisher (1918) foi o primeiro que a dividiu reconhecendo três componentes: aditiva (Diferença entre homozigotos de cada “lócus”); dominante (interação entre alelos) e epistática (interação de genes não-alelos).

Segundo Vencovsky (1969) os componentes da variação podem ser utilizados para: Estimação de ganho genético; melhor tipo de seleção e tipo de ação de genes quantitativamente. De sua magnitude resultará o sucesso da seleção.

A estimação da variação fenotípica pode ser obtida a partir de quadrados médios da análise de variância sendo exploradas pelo melhorista as diferenças entre tratamentos e entre plantas dentro de parcelas (FERREIRA, 2006).

O coeficiente de herdabilidade fornece a proporção da variância genética obtida da variância fenotípica total, medindo a confiabilidade do valor fenotípico, indicando valor reprodutivo, sendo amplo ou restrito. Segundo Dudley (1969) o sentido amplo é a proporção da variância genética total na variância fenotípica, no sentido restrito, é a proporção da variância genética aditiva na variância fenotípica. No sentido restrito, relaciona os efeitos aditivos dos genes, legados as gerações seguintes, já no sentido amplo, os efeitos são transmitidos parcialmente as descendências, pois há segregação gênica reunindo-se em novas combinações exibindo interações alélicas (dominâncias) e gênicas. A herdabilidade é menor quanto maior for a influencia ambiental na variação total.

As diferenças nas herdabilidades influem nos procedimentos de seleção usados pelos melhoristas, pois quanto menor o coeficiente de herdabilidade do caráter, maior será a porcentagem de plantas a serem selecionadas numa população segregante (FERREIRA, 2006). Sendo propriedade também da população e das condições ambientais envolvidas. Este pode ser aumentado pela introdução de mais variação genética na população ou modificações restritas no ambiente. Segregação e ambiente desfavoráveis diminuem a herdabilidade.

Em genética quantitativa, coeficientes de variação genética são denominados envolvabilidade (HOULE, 1992) em função de estar relacionado ao processo evolutivo ou capacidade de envolver dos organismos, expressando a quantidade de variação genética proporcional à medida do caráter sendo constante.

### **3.2.4 SOFTWARE SELEGEN-REML/BLUP**

Tanto em nível intrapopulacional como interpopulacional, segundo Resende e Dias (2000), o uso de avaliação genética com base em modelos mistos do tipo REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada) é essencial para obtenção de valores genéticos aditivos e genotípicos, para fins de seleção. O modelo simultaneamente prediz os valores genéticos dos indivíduos a serem selecionados e ajusta dados para os efeitos ambientais sem identificação como efeitos de bloco, local de plantio, ano de medição e demais (RESENDE, 2002). O método REML permite estimar e prever acuradamente efeitos de tratamento quando existem dados perdidos no experimento. Permite considerar variâncias heterogêneas, a modelagem de correlação com experimentos com dependência, múltiplos experimentos e medidas repetidas (RESENDE, 2004).

A avaliação genotípica compreende estimar as variâncias (parâmetros genéticos) e a predição dos valores genotípicos. Herdabilidades e correlações genéticas são fundamentais nas estratégias de melhoramento. O procedimento ótimo de avaliação genotípica refere-se ao REML/BLUP (máxima verossimilhança residual ou restrita / melhor predição linear não viciada), denominado também de metodologia de modelos mistos. Lidando com o desbalanceamento com parâmetros genéticos e valores genéticos. Sendo uma generalização da análise de variância (Anova) para contemplar situações mais complexas (RESENDE, 2007).

### **3.3 HORMÔNIO E REGULADOR VEGETAL**

Por se caracterizarem de substâncias químicas sintéticas os reguladores de crescimento podem ser utilizados diretamente nos vegetais para possíveis alterações nos processos vitais ou estruturais, em função da alteração do balanço hormonal, cuja finalidade é de aumentar a produtividade (LAMAS, 2001). Com a descoberta dos efeitos dos reguladores vegetais sobre plantas cultivadas obtêm-se ganhos qualitativos e quantitativos as culturas (CASTRO;VIEIRA, 2001).

### 3.3.1 AUXINA

O ácido indol-3-acético (AIA) foi a primeira auxina identificada em meados de 1930. Ela é a mais abundante com grande importância fisiológica (TAIZ;ZEIGER, 2013). Os tecidos meristemáticos aéreos são os principais produtores, como folhas jovens, gemas em brotamento e flores por exemplo. As concentrações mais elevadas encontram-se nos locais de síntese e armazenamento (MEYER et al., 1983). Os efeitos dependem do tipo de auxina aplicada e de sua concentração (TEALE et al., 2006). Os mecanismos de desenvolvimento vegetais sofrem interferência ou são controlados por auxinas, como uso para enraizamento de estacas (STEFANCIC et al., 2006) e expansão, divisão e diferenciação celular (BERLETH;SACHS, 2001).

### 3.3.2 ABERTURA ESTOMÁTICA

A abertura estomática ocorre naturalmente, sendo este um processo de vital importância para as plantas, pois a mesma absorve gás carbônico e elimina vapor d'água. O presente trabalho em função desta possibilidade deste efeito biológico induzido pela aplicação de auxina tem como hipótese, indireta pela participação no processo e direta nutricional, que um período prolongado de abertura estomática, dito racional, permitiria ao vegetal, aliado a fatores como aumento da transpiração, deslocamento de nutrientes para a região de aplicação e o principal fator de aumento da captação de gás carbônico pela planta e maior produtividade, fotossíntese, pelo vegetal. O fator limitante é a epinastia causada da interação do produto com ação herbicida apresentando sinais de “murchamento” e consecutiva morte do vegetal (MEDINA et al., 1999).

O mecanismo de perda de água vegetal, denominado transpiração, é necessário para que a planta possa fazer fotossíntese com a difusão de gás carbônico para o interior do estômato e perda de vapor de água, pois a entrada de gás carbônico é o fator essencial, prioritário, neste mecanismo vegetal. Perda explicada pelo gradiente de energia livre da água que funciona da seguinte forma: O transporte ocorre do local de maior energia livre para o de menor. Dentre as variáveis envolvidas no processo encontra-se, por exemplo, o potencial matricial, de solutos e gravitacional. Formando o sistema amplamente conhecido como **solo-planta-atmosfera** (REIS;REIS, 1997). Sistema importantíssimo para a hipótese principal do presente trabalho, pois observadas as características nutricionais ou



morfológicas desta interação com o vegetal, a mesma servirá de bases para futuros estudos sobre a utilização de produtos sistêmicos bem como de estudos referentes a adubações e manejo hídrico como fatores abióticos e resistência a patógenos e agentes entomológicos como bióticos.

A molécula de água possui também notória importância nos processos, tanto físicos como fisiológicos e metabólicos. Ela pode atuar com a função de constituinte celular, como reagente químico celular (fotossíntese, hidrólise), transportando solutos, compostos e substâncias sintetizadas, na turgescência, como regulador térmico e o principal fator com relação ao projeto deste trabalho, na relação com movimentos de abertura e fechamento estomático (KLAR, 1988). Obtendo mais informações sobre este processo, pode-se obter uma otimização do sistema, maximizando o potencial fotossintético indireto que seria o de aumento nas trocas gasosas do vegetal com uma maior captação de gás carbônico, o que poderia ser benéfico no metabolismo do vegetal caracterizado pelo autor de “metabolismo fisiológico”.

Diversos fatores afetam o mecanismo de abertura estomática, dentre eles pode-se citar a luz, que quando está em abundância abre o estômato e com pouca incidência, fecha-o. O próprio gás carbônico que quando está em altas concentrações mantém o estômato fechado e em menores concentrações, aberto. A temperatura também influencia, pois a temperatura mediana mantém o estômato aberto. O fator água também é importante, pois altas concentrações mantém o estômato aberto e baixas concentrações o mantém fechado. O pH mantém o estômato aberto quando básico e fechado quando ácido. Em se tratando de estômato, os íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{K}^+$  são de extrema importância, agem na abertura em baixas concentrações e o oposto fecha-o. Reguladores também atuam na abertura estomática como as citocininas e auxinas, e ABA no fechamento (TAIZ;ZEIGER, 2013).

### **3.3.3 HERBICIDA AUXÍNICO**

Seu modo de ação consiste na alteração metabólica e bioquímica do vegetal levando-o a morte, em função do metabolismo de ácidos nucleicos e alterações na parede celular. O produto interfere na ação da enzima RNA-polimerase, alterando, portanto a síntese de proteínas e ácidos nucleicos induz o aumento nos níveis celulares em tecidos, causando epinastia de folhas e caule, induzindo também a interrupção do floema, impedindo trânsito de fotoassimilados. O alongamento celular está relacionado com a diminuição do potencial osmótico, com o acúmulo de proteínas, afrouxando as paredes

celulares, causada pela enzima celulase, especialmente a carboximetilcelulase (CMC) nas raízes.

### **3.3.4 SUBDOSAGENS DE GLIFOSATE**

O efeito denominado “hormesis” é devido ao glifosate estimular o crescimento de plantas em baixas dosagens (Duke et al., 2006; Cedergreen et al., 2007; Velini et al., 2010). Velini et al. (2008) observaram estímulos de desenvolvimento, em dosagens inferiores a 36 g.i.a.ha<sup>-1</sup> na cultura da soja (não transgênica e suscetível a molécula), cultura do milho, pinus, eucalipto, café e citros. Cedergreen (2008) comprovou crescimento de 25% na biomassa de plantas de cevada em 5-10% da dose comercial.

### **3.4 DMA 806 (2,4-D) NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

O 2,4-D já vem sendo utilizado desde a guerra do Vietnã como agente desfolhante bem como o ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T) e o pentaclorofenol (PCF), para formação do até então denominado “agente laranja”. Atualmente o produto DMA é um herbicida sistêmico e seletivo para a cultura da cana-de-açúcar, cereais, pomares e no controle florestal. Deve ser aplicado em pós-emergência, controlando seletivamente as plantas de folhas largas, as plantas dicotiledôneas. Sua aplicação dá-se em função do estágio fenológico da cultura seguindo as recomendações do boletim técnico Down Agrosiences para as respectivas culturas.

A deriva pode ocorrer em dois tipos: vapor e aerotransportada. A deriva do vapor ocorre se um produto volátil é associado ao arraste pelo vento. A deriva aerotransportada ocorre quando o produto se move para fora do alvo durante a aplicação com duas causas prováveis: Condições climáticas desfavoráveis ou equipamentos em condições inadequadas de uso. Portanto, para minimizar a deriva deve-se respeitar as condições climáticas como ventos inferiores a 10 km.h<sup>-1</sup>, umidade relativa superior a 55% e temperatura inferior a 30°C, com o uso de pulverizadores com regulagens e calibração adequados. Por exemplo, com gotas de diâmetro mediano volumétrico superior a 200 µm (Boletim Down Agrosiences, 2011).

### 3.4.1 DERIVA DE 2,4-D E RESÍDUOS NO SOLO

Em beterraba a dosagem de 35g i.a. ha<sup>-1</sup> como hipótese de deriva na cultura, independentemente do estágio de aplicação, não afetou os caracteres de produção, bem como pureza e teor de sacarose da cultura. Concluindo que pequenas doses de 2,4-D podem até gerar incremento de produtividade da beterraba (SCHORODER et al., 1983). Tal dedução inviabilizada de reprodução, conforme a quantidade de produto por aplicação, quando comparada à técnica do presente trabalho, no controle da dosagem de produto por litro (ppb).

Solos contaminados com o princípio ativo 2,4-D adicionado Picloram, em doses acima de 0,04 L ha<sup>-1</sup>, provocaram prejuízos ao desenvolvimento de culturas olerícolas, em sua emergência com aumento nos níveis de fitotoxicidade (NASCIMENTO; YAMASHITA, 2009). Caracterizando os principais estudos da molécula, sobre efeitos negativos da interação do produto com as diversas culturas, em derivas do produto, decorrentes das más condições de aplicação por agentes ambientais como clima adverso até falhas na calibração de equipamentos pulverizadores. Renne e Wolf (1979) caracterizaram todas as consequências na aplicação que geram derivas, são elas: escolhas do ingrediente ativo, alvo das aplicações, influência do vento, resíduos de derivas e distribuição vertical da deriva. Foram diminuídas as características de deriva sob condições de alta umidade relativa e temperaturas amenas.

Também em plantas olerícolas, a molécula prejudicou a produção, porém aumentou alguns fatores. O estudo deu-se em função do estudo do efeito de deriva, onde foram avaliados os efeitos na produtividade e qualidade em tomateiro, cultura do rabanete, pimento, pepino, alface, alho, repolho, feijão e batata. Efeito em tomate: deformação do fruto e alongação de raízes em rabanete. Rendimento de pimenta aumentou com a dose de 2,1g.ha<sup>-1</sup> e declínio com 104 g.ha<sup>-1</sup>. Em pepino o formato do fruto ficou torcido e rendimento ligeiramente reduzido. Alface, alho e repolho foram menos sensíveis ao 2,4-D. 20,8 g.ha<sup>-1</sup> não reduziram sua produção. 104 g.ha<sup>-1</sup> reduziram a produtividade de alho. Feijão reduziu a produção em 22 g.ha<sup>-1</sup>. Tomate aumentou na dosagem de 22 g.ha<sup>-1</sup>. Os autores concluíram que a diagnose de perda de produtividade, se dá em função de análises residuais combinadas a sintomas foliares para casos de deriva (HEMPHILL;MONTDOMERY, 1981). Deriva esta necessária ao presente estudo, pois o limite da dosagem teste dá-se em função da não observação de características inerentes da

deriva do produto que são os efeitos da epinastia, ou seja, “amarelecimento e encarquilhamento” do vegetal.

A cultura da canola, também pode ser denominada como sensível a aplicação da molécula 2,4-D, pois segundo Wall (1996), a mesma quando exposta a uma dose equivalente a 1,5% da comercial, ocorre redução da produtividade. Mais um caso de perda por aplicação, em condições não ideais do produto.

Na cultura do tomateiro Fagliari e Constantin (2005) também puderam comprovar prejuízos na produção, porém concluíram que com o passar do tempo, a tolerância ao produto aumenta. Sendo a dose igual de 13,44g.i.a.L<sup>-1</sup> não interfere no desenvolvimento e produção, na fase de bragueiro.

Em trabalho realizado com a cultura do fumo, demonstrou que o da variedade Virgínea apresenta baixa sensibilidade ao princípio ativo de 2,4-D em subdosagens. Foram avaliados dosagens de 0,84;1,68;3,36;6,72;13,44 e 26,88 g.i.a.ha<sup>-1</sup>. No primeiro ano como efeito de deriva e anti-brotante, para a cultura do fumo, cultivar Virgínia. No segundo ano foram avaliadas as doses de 6,72 e 13,44 g.i.a.ha<sup>-1</sup>. Sua tolerância dá-se em concentrações equivalentes a 4% da dose comercial do produto. O estágio de desenvolvimento da cultura, em termos de resistência a aplicação do produto, influenciou sua sensibilidade em função do tempo (CONSTANTIN et al., 2007). Pode-se concluir que o estágio da planta irá especificar as dosagens do produto, porém para fins benéficos, atuando o produto como regulador vegetal e esperando-se as boas interações com o vegetal e suas respectivas características de mudança fisiológicas, nutricionais e metabólicas.

A aplicação do 2,4-D reduziu a taxa de acúmulo de S e alteração na dinâmica dos nutrientes Mg, Ca e K, comparado à testemunha. O 2,4-D favoreceu o aumento de 35% e 41,8% na concentração de K aos 45 e 60 dias após aplicação, respectivamente, em relação à testemunha. As concentrações de Ca em plantas de cana-de-açúcar aos 30 dias após aplicação, as concentrações de Ca (4,89 e 5,51 g kg<sup>-1</sup>) foram superiores em plantas tratadas com trifloxysulfuron-sodium e 2,4-D, respectivamente. Aos 15 DAA, observou-se redução de 30% na concentração de S em plantas tratadas com 2,4-D (REIS et al., 2008). O presente trabalho tem especial importância, pois inexistem estudos desta natureza para o *Eucalyptus grandis* e/ou outras espécies florestais.

### 3.4.2 2,4-D COMO REGULADOR DE CRESCIMENTO

Fragoso et al. (2011) iniciaram os trabalhos com 2,4-D como regulador de crescimento para a cultura do feijoeiro *Phaseolus vulgaris*. Nesse trabalho foi avaliada a matéria seca, macro e micronutrientes. Como resultado obteve-se para o teor de fósforo estimativas significativas no teste de média Tukey para a dosagem de 0,125 mg.l<sup>-1</sup> de produto.

Fragoso et al. (2012a) relataram também a metodologia de utilização de 2,4-D como regulador para culturas anuais e perenes, destacando que o ponto de epinastia é o fator limitante na qual as dosagens gradativas decrescentes são necessárias para a obtenção da dose ideal a cultura e estágio fisiológico da cultura, bem como a qual deva ser aplicada no teste de progênie para estimação de parâmetros genéticos e demais fins de melhoramento, indicando que a dosagem de plantas perenes é relativamente duas vezes maior que as anuais para o produto 2,4-D.

Fragoso et al. (2012b) constataram ganhos para área foliar e matéria seca na cultura florestal de *Eucalyptus grandis*, nas quais a dosagem de 2,5 mg.i.a.L<sup>-1</sup> foi a significativa, indicando desde já ganhos com a fotossíntese e demais alterações no metabolismo do vegetal.

Fragoso et al. (2012c) observaram que com medições na altura e diâmetro na cultura florestal de *Eucalyptus grandis*, a mesma apresentou outro efeito, o de alongamento celular pois na dosagem de 0,625 mg.i.a.L<sup>-1</sup> obtiveram ganhos na altura e diâmetro da espécie. Indicando que alterações endógenas nos níveis de auxina são alteradas com a aplicação do produto.

Fragoso et al. (2013) concluíram seus estudos relatando a importância nutricional da interação com o produto, no qual os elementos fósforo e enxofre apresentaram diferenças significativas na dosagem de 3,75 µL.L<sup>-1</sup>, indicando a participação dos elementos na fotossíntese como ATP e co-fatores enzimáticos respectivamente.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local do estudo**

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), da Universidade Estadual Paulista (UNESP). A FCA localiza-se na região centro-sul do Estado de São Paulo, cujas coordenadas são 22°51'03'' de latitude Sul e 48°25'37'' de longitude Oeste com altitude de 804 m. Segundo a classificação Köppen, o clima é do tipo Cfa – moderado chuvoso, sendo a temperatura média do ar, de 22,8°C no mês mais quente, e de 16,7°C no mês mais frio, com média anual de 20,6 °C. (CUNHA;MARTINS, 2009).

### **4.2 Experimento 1: Determinação da dose de 2,4-D, ideal para a cultura de *Eucalyptus grandis*.**

O experimento foi instalado no viveiro de mudas do Departamento de Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP - Campus de Botucatu/SP. O delineamento experimental utilizado foi por blocos ao acaso, disposto por

uma espécie (*Eucalyptus grandis*) do Horto de Itatinga padronizados pela altura. Foram utilizados cinco tratamentos de 2,4-D: 0; 0,94; 1,875; 3,75 e 7,5  $\mu\text{L.L}^{-1}$  para dois grupos: um somente com uma aplicação com cinco repetições (25 indivíduos por repetição), totalizando 150 indivíduos. E outro com duas aplicações também com cinco repetições (25 indivíduos por repetição), totalizando 150 indivíduos. **Dados da primeira aplicação:** Altura da planta: 0,30 m; Altura da barra: 0,90 m; Volume aplicado: 110 L. ha<sup>-1</sup>; Pressão: 1,95 bar; Velocidade: 5 km.h<sup>-1</sup>. Umidade relativa: 65%; Temperatura: 25,1°C; Ponta XR110 015 US. **Dados da segunda aplicação:** Altura da planta: 0,30 m; Altura da barra: 0,90 m; Volume aplicado: 110 L.ha<sup>-1</sup>; Pressão: 1,95 bar; Velocidade: 5 km.h<sup>-1</sup>. Umidade relativa: 66,4%; Temperatura: 25,8 °C; Ponta XR110 015 US **Recomendações técnicas utilizadas pelo viveiro: a) Adubação:** Nitrato de cálcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ): 0,8 g.L<sup>-1</sup>; Sulfato de Magnésio: ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ): 0,4 g.L<sup>-1</sup> ; MAP: ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) : 0,4 g.L<sup>-1</sup> ; Cloreto de Potássio ( $\text{KCl}_2$ ): 0,4 g.L<sup>-1</sup> ; Uréia ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ): 0,3 g.L<sup>-1</sup> ; Solução de Micronutrientes 1 ml (Ácido Bórico:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - 5,4 g. L<sup>-1</sup> ,; Sulfato de Manganês:  $\text{MnSO}_4$  - 2,4 g.L<sup>-1</sup>; Sulfato de Zinco:  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 1,2. L<sup>-1</sup>; Sulfato de Cobre:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 0,5. L<sup>-1</sup>; Molibdato de Sódio:  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - 0,16 g. L<sup>-1</sup> e Ferro (Fe 13% ;  $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 25 g. L<sup>-1</sup>). **b) Irrigação:** Lâmina de 8mm de água por metro quadrado, diária. As mudas para o teste foram produzidas em tubetes de plástico nas instalações do viveiro do Horto Experimental de Itatinga/USP

As variáveis avaliadas foram:

**a) Altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) das plantas:** altura da parte aérea (HPA) das plantas foram obtidas por uma trena graduada e o diâmetro do coleto (D) por paquímetro digital. Com a medição inicial realizada na fase de implantação do experimento em 14 de março de 2013. Em 6 de Abril de 2013 foi realizada a primeira medição após a primeira aplicação do produto (27 de março de 2013). Finalizando as medições em 21 de abril de 2013, após a segunda aplicação do produto (11 de abril de 2013);

**b) Determinação da massa de matéria seca (MSA):** da parte aérea das plantas sendo acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa com ventilação artificial forçada à temperatura de 65°C, com posterior estabilização do peso seco e aferição em balança digital nos dias 12 e 25 de abril de 2013;

**c) Determinação da área foliar (cm<sup>2</sup>) das plantas:** ao final do projeto todas as folhas das plantas, a serem analisadas, foram cortadas e levadas em sacos plásticos ao laboratório,

para a realização das medidas de área foliar (AF) de forma direta em aparelho “Area metter”. Visando representatividade máxima da área foliar em relação à quantidade de indivíduos medida e inferência de resultados recorrentes da possível interação do produto neste fator produtivo. Foram realizadas nas datas 6 de abril e 21 de abril de 2013;

**d) Comprimento e largura da folha :** Da terceira folha sinteticamente ativa por trena graduada. Realizadas em 6 de abril de 2013 e 21 de abril de 2013;

**e) Análise foliar:** As análises foram realizadas no laboratório do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP Botucatu-SP, com materiais vegetais da parte aérea das mudas de *Eucalyptus grandis*;

**f) Análise estatística:** foram feitas por meio do software Assistat 7.6 beta, aplicando o Teste de Tukey como comparação de médias e pelo Teste F de Fisher.

### 4.3 Experimento 2: Teste de Progênie

O experimento foi instalado no viveiro de mudas do Departamento de Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP - Campus de Botucatu/SP. O teste foi implantado em delineamento em blocos ao acaso, 16 plantas por parcela, três repetições, um tratamento de 2,4 D ( $3.75\mu\text{L.L}^{-1}$ ) e 20 progênies de *Eucalyptus grandis*, originárias do Horto Florestal de Itatinga, totalizando 960 plantas. Dados de aplicação do produto: Altura da planta: 0,30 m; Altura da barra: 0,90 m; Volume aplicado:  $110 \text{ L.ha}^{-1}$ ; Pressão: 1,95 bar; Velocidade:  $5 \text{ km.h}^{-1}$ ; Umidade relativa :65%; Temperatura:  $26^{\circ}\text{C}$ ; Ponta XR 110 015 US.

As variáveis avaliadas no teste de progênies foram:

**a) Altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) das plantas:** altura da parte aérea (HPA) das plantas foram obtidas por uma trena graduada e o diâmetro do coleto (D) por paquímetro digital. Altura inicial medida em 10 de outubro de 2013 e final após aplicação do produto em 14 de novembro de 2013;

**b) Determinação da massa de matéria seca (MSA):** da parte aérea das plantas sendo acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa com ventilação artificial forçada à temperatura de  $65^{\circ}\text{C}$ , com posterior estabilização do peso seco e aferição em balança digital (5 plantas por parcela amostra composta) realizada em 22 de novembro de 2013;



**c) Determinação da área foliar (cm<sup>2</sup>) das plantas:** ao final do projeto todas as folhas de 5 plantas por parcela, a serem analisadas, foram cortadas e levadas em sacos plásticos ao laboratório, para a realização das medidas de área foliar (AF). Realizada em 20 de novembro de 2013;

**d) Medições indiretas de clorofila:** foram realizadas por meio do medidor portátil FIELD SCOULT. As leituras foram realizadas no período da manhã, sombreando o aparelho com o corpo para evitar interferência da luz solar com metodologia adaptada de Moraes (2007), avaliando a terceira folha sinteticamente ativa. Com medição inicial em 19 de outubro de 2013 e na manhã após a aplicação do produto em 01 de novembro de 2013 (5 plantas por parcela);

**e) Análise foliar:** As análises foram realizadas no laboratório do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP Botucatu-SP (5 plantas por parcela amostra composta);

**f) Estimativas dos parâmetros genéticos para caracteres quantitativos:** Para as estimativas dos parâmetros genéticos quantitativos foi utilizado o programa computacional SELEGEN (Rezende, 2006).  $y = Xr + Za + Wp + \epsilon$ ; em que: y, r, a, p e  $\epsilon$  são vetores de dados, repetição genéticos aditivos individuais, de parcelas e de erros, respectivamente. X, Z e W são matrizes de incidência dos respectivos efeitos (Resende, 2007). A partir desse modelo foi possível obter as seguintes estimativas:

Variância residual (ambiental + não aditiva):  $\hat{\sigma}_e^2$

Variância genética aditiva:  $\hat{\sigma}_a^2$   $\therefore \hat{\sigma}_a^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{r}_{xy}$

Variância genética entre progênies:  $\hat{\sigma}_p^2$

Coefficiente de parentesco:  $\hat{r}_{xy}$

Variância ambiental entre parcelas:  $\hat{\sigma}_c^2$

Variância fenotípica:  $\hat{\sigma}_f^2 = \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_c^2$

Variância fenotípica média:  $\hat{\sigma}_{fm}^2 = (\hat{\sigma}_a^2/n.r) + (\hat{\sigma}_e^2/r) + \hat{\sigma}_p^2$

Coefficiente de variação experimental:  $CV_{\text{exp.}} = \frac{\sqrt{QMe}}{X} . 100$

Coeficiente de variação fenotípico:  $CV_f = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_f^2}}{\bar{X}} \cdot 100$

Coeficiente de variação dentro:  $CV_d = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_d^2}}{\bar{X}} \cdot 100$

Coeficiente de variação de progênies:  $CV_p = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\bar{X}} \cdot 100$

Coeficiente de herdabilidade no sentido restrito: ao nível de plantas ( $\hat{h}^2$ ):  $\hat{h}^2 = \hat{\sigma}_a^2 / \hat{\sigma}_f^2$

Coeficiente de herdabilidade entre médias de progênies de meios irmãos

( $\hat{h}_m^2$ ):  $\hat{h}_m^2 = \hat{\sigma}_p^2 / \hat{\sigma}_{fm}^2$

Coeficiente de herdabilidade dentro de progênies de meios irmãos ( $\hat{h}_d^2$ ):

( $\hat{h}_d^2$ ) =  $\hat{\sigma}_A^2(1 - r_{xy}) / \hat{\sigma}_d^2$

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro experimento foi eficaz na medida em que determinou a concentração ótima para o teste de progênie. Os nutrientes: fósforo, enxofre, ferro e manganês apresentaram resultados significativos na dosagem de  $3,5 \mu\text{L.L}^{-1}$  a 5% de significância pelo teste de Tukey (Tabelas 1 e 2). Assim como a matéria seca e área foliar. A matéria seca e a área foliar mantiveram-se constantes após duas aplicações e sem diferenças significativas, justificando apenas uma aplicação para o teste de progênie (Tabela 3).

O fósforo está presente na forma de fosfato inorgânico, um dos importantes compostos considerados isoladamente no qual aparece na proporção no peso da matéria fresca. Está presente nos ésteres simples que formam a “maquinaria metabólica” da célula. Cerca de 70% está presente em 9 compostos: Glicose-6-P, frutose-6-P e manose-6-P (20%, 6% e 4%); ATP e ADP (10% e 3%); UTP (trifosfato de uridina), UDP (difosfato de uridina) e UDPG (difosfato de uridina e glicose) 4%, 5% e 9%, 3-PGA

(ácido fosfoglicérico, 8%). Destacam-se também os fosfolipídeos: os principais são fosfatidil colina, fosfatidil etanolamina, fosfatidil glicerol, fosfatidil inositol (ácido fítico) e fosfatidil serina. Parte dos cloroplastos com 40% das células fotossintéticas (MALAVOLTA, 2006).

Segundo Malavolta (2006), o enxofre está presente nos aminoácidos cisteína e metionina. Com participação na estrutura secundária das proteínas (enrolamento de cadeia) e ligação Fe-S na ferredoxina. Característicos de tiamina, biotina e CoA, coenzimas de baixo peso molecular essenciais para o metabolismo quando ligados a apoenzimas. As ferredoxinas participam de vários processos de transferência eletrônica na fotossíntese. Tioredoxinas atuam como redutores na fotossíntese.

Segundo Malavolta (2006) o elemento ferro participa da fotossíntese, respiração, fixação biológica de nitrogênio, assimilação do nitrogênio e enxofre, síntese de lignina e suberina e metabolismo de auxina.

O elemento manganês participa da fotólise da água, ativação de enzimas da fase escura da fotossíntese (C3 e C4), ativação de enzimas na glicólise (deshidrogenases, quinases e descarboxilases). Atua no controle hormonal – cofator na regulação do sistema e oxidação do ácido indolacético (AIA). Participa da reductase do nitrito e da hidroxilamina (metabolismo do nitrogênio). Participa de reações chave na biossíntese de compostos secundários (ácido chiquímico), origem ao AIA, precursor do triptofano (MALAVOLTA, 2006).

**Tabela 1.** Extração de macronutrientes de *Eucalyptus grandis* para determinação da melhor dose em função da matéria seca da parte aérea, 15 dias após aplicação.

$\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$	Nitrogênio ( $\text{g} \cdot 10^{-3}$ )	Fósforo ( $\text{g} \cdot 10^{-3}$ )	Potássio ( $\text{g} \cdot 10^{-3}$ )	Cálcio ( $\text{g} \cdot 10^{-3}$ )	Magnésio ( $\text{g} \cdot 10^{-3}$ )	Enxofre ( $\text{g} \cdot 10^{-3}$ )
<b>0</b>	6,11404 a	1,90132 bc	5,45832 a	8,03327 a	2,71116 a	1,12726 b
<b>0,94</b>	7,15077 a	2,07272 abc	5,93282 a	8,10336 a	2,39083 a	1,16933 b
<b>1,875</b>	6,29197 a	2,24447 ab	5,90963 a	8,14101 a	2,19355a	1,19132 ab
<b>3,75</b>	7,87893 a	2,40975 a	6,82650 a	9,09293 a	2,93787 a	1,41520 a
<b>7,5</b>	6,28975 a	1,83927 c	5,27370 a	7,62626 a	2,23478a	1,05794 b
<b>C.V%</b>	27,14	13,90	20,72	14,73	16,82	15,24

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Extração de micronutrientes de *Eucalyptus grandis* para determinação de melhor dose em função da matéria seca da parte aérea, 15 dias após aplicação.

$\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$	<b>Boro (mg)</b>	<b>Cobre (mg)</b>	<b>Ferro (mg)</b>	<b>Manganês (mg)</b>	<b>Zinco (mg)</b>	<b>MS (g)</b>	<b>AF (cm<sup>2</sup>)</b>
<b>0</b>	0,0309a	0,0043a	0,0745b	0,3777ab	0,0251a	0,7791b	47,6353b
<b>0,94</b>	0,0308a	0,0042a	0,0667b	0,3353b	0,0214a	0,8285ab	47,5720b
<b>1,875</b>	0,0305a	0,0041 a	0,0590b	0,3310b	0,0227a	0,8497ab	47,7630b
<b>3,75</b>	0,0347a	0,0048 a	0,0932a	0,4132 a	0,0263a	1,0019a	60,2883a
<b>7,5</b>	0,0287 a	0,0039 a	0,0597b	0,3179b	0,0256a	0,7371 b	44,9353b
<b>C.V%</b>	18,33	19,66	26,90	13,72	26,08	16,08	14,16

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Altura, Diâmetro, Comprimento e Largura finais após a primeira aplicação de 2,4-D, Matéria Seca Final (MSII) e Área Foliar (II) após duas aplicações no intervalo de aplicação de duas semanas em mudas de *Eucalyptus grandis*.

$\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$	<b>Altura (cm)</b>	<b>Diâmetro (cm)</b>	<b>Compri- mento (cm)</b>	<b>Largura (cm)</b>	<b>MS II (g)</b>	<b>AF II (cm<sup>2</sup>)</b>
<b>0</b>	23,13 b	2,50 b	5,39a	1,92a	0,56a	65,85a
<b>0,94</b>	25,03a	2,63 b	5,35a	1,84a	0,61a	65,40a
<b>1,875</b>	24,21ab	2,68 b	5,23a	1,77a	0,58a	65,62a
<b>3,75</b>	24,86a	2,95a	5,52a	1,90a	0,60a	65,29a
<b>7,5</b>	23,23 b	2,60 b	5,37a	1,87a	0,56a	64,40a
<b>C.V%</b>	12,98	16,53	11,16	17,72	17,50	14,71

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Quadrados médios e teste F da extração de nutrientes em mudas de *Eucalyptus grandis*.

<b>Elemento</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>
<b>N</b>	2,82631	0,8434 ns
<b>P</b>	0,28101	3,3178 *
<b>K</b>	1,80620	1,2169 ns
<b>Ca</b>	1,45890	0,9998 ns
<b>Mg</b>	0,51536	2,9279 ns
<b>S</b>	0,09062	2,7446 ns
<b>B</b>	0,00002	0,7289 ns
<b>Cu</b>	0,00000	0,3887 ns
<b>Fe</b>	0,00092	5,1557 **
<b>Mn</b>	0,00780	3,2899 *
<b>Zn</b>	0,00002	0,5230 ns

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Magnésio e manganês tiveram seus níveis reduzidos, caracterizando que os estudos futuros com a molécula de 2,4-D e *Eucalyptus grandis*, devem ser realizados com idades mais avançadas para minimizar as perdas, ou então, cuidados na adubação dos respectivos nutrientes (Tabela 5).

**Tabela 5.** Perdas nas amostras foliares de Mg e Mn em mudas de *Eucalyptus grandis*.

$\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$	<b>Mg(g.10<sup>-3</sup>)</b>	<b>Mn (mg)</b>
<b>0</b>	3,48 a	482,40 a
<b>0,94</b>	2,90 b	407,60 ab
<b>1,875</b>	2,62 b	391,80 b
<b>3,75</b>	2,96ab	424,00 ab
<b>7,5</b>	3,02ab	429,80 ab
<b>C.V%</b>	9,43	10,22

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 6.** Altura e Diâmetro iniciais e finais em mudas de *Eucalyptus grandis*.

<b>Tratamentos (<math>\mu\text{L.L}^{-1}</math>)</b>	<b>1 aplicação Diâmetro (cm)</b>	<b>2 aplicações Diâmetro (cm)</b>	<b>1 aplicação Altura (cm)</b>	<b>2 aplicações Altura (cm)</b>
<b>Testemunha</b>	2,450 b	2,610 a b	23,663 b	24,076 b
<b>0,94</b>	2,733a	2,890a	26,460 a	27,686 a
<b>1,875</b>	2,516 a b	2,733 a b	24,013 bc	24,693 a b
<b>3,75</b>	2,583 a b	2,770 a b	25,863ab	26,173ab
<b>7,5</b>	2,416 b	2,553b	23,226c	24,1333 b
<b>CV(%)</b>	<b>14,95</b>	<b>15,02</b>	<b>11.34</b>	<b>9.65</b>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A dose de  $0,94 \mu\text{L.L}^{-1}$  determinou outra função do produto, além dos incrementos nos níveis minerais com o vegetal, pois a mesma atuou na alongação celular, alterando o diâmetro e a altura, sendo que a mesma dosagem deve ser utilizada em estudos futuros com estas relações.

Uma melhor resposta a um nutriente não quer dizer que uma progênie é melhor do que a outra. Deve-se realizar um estudo individual sobre cada progênie e nutriente em questão para servir de matriz para cruzamentos.

A extração de nutrientes demonstra-se importante, mas o fator preponderante é que a mesma seja resultante do estresse nutricional e consequente resposta da cultura em questão para a sua sobrevivência.

Novos estudos devem ser realizados quanto à época de aplicação do produto e estágio de desenvolvimento do vegetal, para mensurar flutuações nas dosagens do produto e comprovações de ganhos.

A mensuração da abertura estomática torna-se necessária, pois quanto maior a quantidade de abertura decorrente da interação com o produto maior serão os ganhos fotossintéticos e de recuperação, estabilização, do vegetal perante a interação com o produto.

Possivelmente o regulador auxina também possa estar atuando em nível de raiz e alongação celular, necessitando de mais estudo para comprovação local.

O efeito do produto é pontual, pois a dosagem é específica para os efeitos decorrentes da interação vegetal-produto.

Estudos com relação à adubação devem ser realizados com o intuito de recuperação do vegetal e até mesmo com relação à subdosagens de aplicações e perspectivas de racionalização na aplicação de produtos fitossanitários, aumentando sua eficiência e eficácia na translocação junto aos nutrientes e parte aérea.

Para o sucesso da interação do produto 2,4-D com os vegetais de maneira geral devem-se ter cuidados com relação à mensuração da fitotoxicidade da interação, pois adubações anteriores e posteriores podem determinar o sucesso ou não, após o estresse sofrido, principalmente no componente magnésio componente essencial da clorofila e obtenção de energia convertida em glicose e alvo de possíveis cloroses em estados de desenvolvimentos iniciais do vegetal.

Para rustificar, geneticamente, você deve utilizar os elementos potássio e fósforo. E para estimular o crescimento deve utilizar ferro e zinco.

Em relação à extração dos macros e micronutrientes verificou-se que a melhor dosagem foi a de  $3,75 \mu\text{L.L}^{-1}$  de 2,4 D e que houve significância para os teores de fósforo, enxofre, ferro e manganês, elementos com ativa participação no metabolismo da planta. Dessa forma, um estudo destes elementos em um teste de progênes pode proporcionar a seleção de genótipos com maior desempenho, o que passa a ser interessante em um programa de melhoramento florestal. Essa dose também foi a melhor para as outras variáveis como a matéria seca (MS), área foliar (AF), altura e diâmetro. Portanto, a aplicação do 2,4 D na como um regulador auxina (Ax), proporcionou vantagens ao desempenho das mudas de *E. grandis*.

## **5.2 PARÂMETROS GENÉTICOS**

### **5.2.1 AMOSTRAS FOLIARES**

Na avaliação da parte aérea das mudas de *Eucalyptus grandis*, avaliado duas semanas após a aplicação de 2,4-D na dose de  $3,75 \mu\text{L.L}^{-1}$ , verificou-se que a maioria dos teores dos elementos analisados (P, K, Ca, Mg, S, Mn e Zn) apresentou



variação para o efeito de progênies, com base no teste da razão de verossimilhança (LRT), indicando que estes teores seriam passíveis de uma seleção em um programa de melhoramento, destacando-se os teores de Ca ( $CVr = 2,00$ ) em relação aos macronutrientes e o manganês ( $CVr = 1,16$ ). O mesmo já não ocorreu em relação aos teores de N, B, Cu e Fe (Tabela 7).

Nitrogênio alcançou o nível mais baixo do teste para herdabilidade. Portanto, a proporção da variância genética na variância fenotípica, ligados as gerações seguintes (RESENDE, 2007), das amostras de tecidos da parte aérea, possivelmente em função de seu consumo e por fazer parte da clorofila. Indicando aumento da fotossíntese e possível relação com a abertura estomática e metabolismo de auxina. Demonstrando a grande dependência do ambiente (Tabela 7).

Cálcio apresentou a maior herdabilidade das amostras de tecidos da parte aérea, indicando ser um caráter altamente herdável em função principalmente do aumento na área foliar desde o primeiro experimento, por participar no aumento nos níveis celulares e estar relacionado à constituição da parede celular por cálcio. Indicando que a parte genética é superior a ambiental (RESENDE, 2007).

Fósforo, potássio, magnésio e manganês apresentaram herdabilidades médias, indicando que em função da molécula do possível produto sistêmico a ser abordado, o mesmo poderá ser utilizado com caráter amplo nas progênies em função dos caracteres herdáveis. Indicando pequena a influência ambiental na variação total (RESENDE, 2007).

Em se tratando de herdabilidades médias de progênies, os níveis de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e manganês, apresentaram elevados índices indicando que dentre eles, cálcio com 0,92 é o de maior notoriedade também em nível de progênies.

Nitrogênio cobre e ferro alcançaram as menores acurácias, nas quais a possível seleção por estes elementos tornar-se-ia prejudicada e subestimada em relação aos demais que em média alcançaram valores superiores a 0,7273.

O coeficiente de variação genética entre progênies demonstrou alta variação no caráter ferro, mas o descartando em relação aos demais parâmetros, estes negativos. O caráter de notoriedade seria o elemento cálcio com 13,51. Indicando que há variabilidade genética.

Porém, com  $Cvr$  de 2,00 o elemento cálcio destacou-se entre os demais nesse fator, o classificando como norteador da interação do regulador vegetal com

a cultura, para servir de padrão envolvendo os estudos de melhoramento (VENCOVSKY, 1969). Quanto maior for o CVr, este indica o fator norteador de avaliação dos experimentos de *Eucalyptus grandis* com subdosagens de 2,4-D.

As herdabilidades junto as acurácias comprovam valores excelentes indicando eficiência de uma seleção geral envolvendo o teste de progênie. Caracterizando uma situação favorável a seleção destes caracteres.

A maioria das correlações genética (Tabela 8) foi de baixa magnitude. No entanto, destaca-se nesta fase (duas semanas após a aplicação de 2,4-D em mudas de *E. grandis*) as correlações entre os teores dos elementos: P x K (0,75); Ca x Mn (0,75) e Ca x Mg (0,70).

**Tabela 7.** Estimativa dos parâmetros genéticos com relação a nutrição, amostras da parte aérea, do teste de progênie de *Eucalyptus grandis* avaliado a 2 semanas após aplicação do produto 2,4-D (3,75 $\mu$ L.L<sup>-1</sup>).

Parâmetros genéticos	Macro e micronutrientes										
	g.10 <sup>-3</sup>						mg				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\hat{\sigma}_g^2$	0,0261	0,0314	0,2597	2,9275	0,1071	0,0003	0,1830	0,0394	2,4729	1321,1382	1,2420
$\hat{\sigma}_e^2$	0,3446	0,0196	0,1787	0,7355	0,0911	0,0005	0,4889	0,2290	15,7854	986,0282	2,3535
$\hat{\sigma}_f^2$	0,3707	0,5103	0,4384	3,6630	0,1982	0,0008	0,6718	0,2684	18,2583	2307,1664	3,5956
$\hat{h}_g^2$	0,07 $\pm$ 0,10	0,61 $\pm$ 0,29	0,59 $\pm$ 0,28	0,80 $\pm$ 0,33	0,54 $\pm$ 0,27	0,39 $\pm$ 0,23	0,27 $\pm$ 0,19	0,15 $\pm$ 0,14	0,14 $\pm$ 0,13	0,57 $\pm$ 0,28	0,34 $\pm$ 0,21
$\hat{h}_m^2$	0,19	0,83	0,81	0,92	0,78	0,65	0,53	0,34	0,32	0,80	0,61
Acprog	0,4305	0,9096	0,9019	0,9606	0,8826	0,8093	0,7273	0,5837	0,5654	0,8949	0,7829
CV <sub>gp</sub> (%)	2,52	7,02	9,69	13,51	9,16	1,22	3,30	5,90	4,64	12,00	7,80
CV <sub>e</sub> (%)	9,15	5,56	8,04	6,77	8,45	1,53	5,39	14,21	11,74	10,36	10,74
CVr	0,28	1,26	1,20	2,00	1,08	0,80	0,61	0,42	0,40	1,16	0,72
Média	6,4167	2,5227	5,2583	12,6600	3,5717	1,4139	12,9634	3,3667	33,8500	303,0000	14,2800
<b>LRT</b>	<b>0,27<sup>ns</sup></b>	<b>21,03<sup>**</sup></b>	<b>19,26<sup>**</sup></b>	<b>42,86<sup>**</sup></b>	<b>15,60<sup>**</sup></b>	<b>7,72<sup>**</sup></b>	<b>3,82<sup>ns</sup></b>	<b>1,14<sup>ns</sup></b>	<b>0,97<sup>ns</sup></b>	<b>17,80<sup>**</sup></b>	<b>6,12<sup>*</sup></b>

$\hat{\sigma}_g^2$ : variância genotípica;  $\hat{\sigma}_e^2$ : variância residual;  $\hat{\sigma}_f^2$ : variância fenotípica individual;  $\hat{h}_g^2$ : herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo;  $\hat{h}_m^2$ : herdabilidade da média de progênie; Acprog: acurácia da seleção de progênie; CV<sub>gp</sub>(%): coeficiente de variação genotípica; CV<sub>e</sub>(%): coeficiente de variação residual; CVr = CV<sub>gp</sub>/CV<sub>e</sub> = coeficiente de variação relativa; Média geral do experimento; LRT: Teste da Razão de Verossimilhança.



### 5.2.2 EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES

Houve variação para a extração de nutrientes da parte aérea e posterior análise nutricional para todos os elementos em relação ao efeito de progênie de *Eucalyptus grandis* pelo teste da razão de verossimilhança – LRT (Tabela 9).

Todas as herdabilidades no sentido restrito alcançaram elevados índices, maiores que 0,67, menos para manganês, indicando o consumo do mesmo, ou que possivelmente este elemento não venha apresentar notoriedade as demais gerações (Tabela 8). Indicando baixa influência ambiental (RESENDE, 2007).

Assim como a herdabilidade média de progênie, na qual manganês apresentou o nível de 0,71. As demais variáveis alcançaram índices maiores que 0,86, indicando que os níveis nutricionais de matéria seca são os mais herdáveis do que as amostras foliares de tecidos da parte aérea do vegetal. Portanto caracteres mais dependentes a parte genética.

A acurácia também seguiu o mesmo padrão com 0,8405 para manganês, neste caso indicando que o teste não foi de acordo para resposta do vegetal ao produto.

Os níveis de coeficiente de variação ficaram abaixo de 30%, indicando que os teores são médios de uma progênie para outra. Mas com variabilidade genética.

Foram dois os nutrientes norteadores dos programas de melhoramento envolvendo o vegetal e o produto, são eles o enxofre e o zinco com 2,06 e 2,11 de CVr, respectivamente. Sendo estes os elementos a serem estudados em futuros ensaios (VENCOVSKY, 1969).

As herdabilidades junto às acurácias comprovam valores excelentes, indicando eficiência de uma seleção geral envolvendo o teste de progênie. Caracterizando uma situação favorável a seleção destes caracteres.

A maioria das correlações genéticas entre os pares de elementos (Tabela 10) foi superior a 0,75, caracterizando que a seleção indireta dos caracteres teria grande possibilidade de ser efetivada.

**Tabela 9.** Estimativa dos parâmetros genéticos com relação a extração de nutrientes da parte aérea e posterior análise nutricional, do teste de progênie de *Eucalyptus grandis* avaliado a 2 semanas após aplicação do produto 2,4-D (3,75 $\mu$ L.L<sup>-1</sup>).

Parâmetros genéticos	Extração de macro e micronutrientes										
	g.10 <sup>-3</sup>						mg				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$\hat{\sigma}_g^2$	1,6383	0,1474	0,3799	8,7509	0,5282	0,0938	6.10 <sup>-6</sup>	1.10 <sup>-6</sup>	7,5.10 <sup>-5</sup>	0,0021	1,8.10 <sup>-5</sup>
$\hat{\sigma}_e^2$	0,7981	0,0444	0,1976	3,7220	0,3511	0,0221	2.10 <sup>-6</sup>	1.10 <sup>-7</sup>	3,6.10 <sup>-5</sup>	0,0026	4.10 <sup>-6</sup>
$\hat{\sigma}_f^2$	2,4365	0,1918	0,5776	12,4729	0,8793	0,1159	8.10 <sup>-6</sup>	1.10 <sup>-6</sup>	1,11.10 <sup>-4</sup>	0,0047	2,2.10 <sup>-5</sup>
$\hat{h}_g^2$	0,67±0,30	0,77±0,32	0,65±0,30	0,70±0,30	0,60±0,28	0,81±0,33	0,73±0,31	0,68±0,30	0,68±0,30	0,44±0,24	0,82±0,33
$\hat{h}_m^2$	0,86	0,91	0,85	0,88	0,82	0,93	0,89	0,86	0,86	0,71	0,93
Acprog	0,9275	0,9532	0,9231	0,9359	0,9048	0,9629	0,9433	0,9289	0,9287	0,8405	0,9645
CV <sub>gp</sub> (%)	18,92	14,60	11,32	22,17	19,31	20,47	17,54	20,18	24,11	14,47	27,73
CV <sub>e</sub> (%)	13,20	8,01	8,17	14,46	15,74	9,94	10,70	13,94	16,68	16,16	13,14
CVr	1,43	1,82	1,39	1,53	1,23	2,06	1,64	1,45	1,44	0,90	2,11
Média	6,7654	2,6305	5,4427	13,3422	3,7632	1,4958	0,01363	0,0035	0,0360	0,3161	0,0153
<b>LRT</b>	<b>26,22**</b>	<b>37,89**</b>	<b>24,80**</b>	<b>29,29**</b>	<b>19,89**</b>	<b>44,68**</b>	<b>32,53**</b>	<b>26,67**</b>	<b>26,62**</b>	<b>10,28**</b>	<b>46,04**</b>

$\hat{\sigma}_g^2$ : variância genotípica;  $\hat{\sigma}_e^2$ : variância residual;  $\hat{\sigma}_f^2$ : variância fenotípica individual;  $\hat{h}_g^2$ : herdabilidade de parcelas individuais no sentido

amplo;  $\hat{h}_m^2$ : herdabilidade da média de progênie; Acprog: acurácia da seleção de progênie; CV<sub>gp</sub>(%): coeficiente de variação genotípica; CV<sub>e</sub>(%): coeficiente de variação residual; CVr = CV<sub>gp</sub>/CV<sub>e</sub> = coeficiente de variação relativa; Média geral do experimento; LRT: Teste da Razão de Verossimilhança.



**Tabela 11.** Estimativa dos parâmetros genéticos com relação a aspectos morfológicos e fotossintéticos advindos da interação do produto 2,4-D(3,75 $\mu\text{L.L}^{-1}$ ) em progênies de *Eucalyptus grandis*: Altura inicial(AltI), Diâmetro inicial (DiâI), Altura Final (AltF), Diâmetro Final (DiâF), Clorofila anterior a aplicação (CloI), Clorofila após aplicação (CloF), Matéria seca parte aérea(MS) e Área Foliar final(AF).

Parâmetros genéticos	Caracteres morfológicos e fotossintéticos							
	ALTI (cm)	DiâI (cm)	ALTF (cm)	DiâF (cm)	CloI	CloF	MS (g)	AF (cm <sup>2</sup> )
$\hat{\sigma}_g^2$	4,3312	0,2170	7,4866	0,0898	95,7860	226,0165	0,0481	182,9987
$\hat{\sigma}_e^2$	4,7382	0,0870	17,4809	0,1542	888,4972	1339,2423	0,0105	89,4469
$\hat{\sigma}_f^2$	9,5628	0,1118	28,5120	0,2462	1222,1202	1894,2422	0,0586	272,4456
$\hat{h}_a^2$	0,50 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,04	0,29 $\pm$ 0,05	0,40 $\pm$ 0,06	0,09 $\pm$ 0,05	0,13 $\pm$ 0,06	0,90 $\pm$ 0,37	0,74 $\pm$ 0,30
$\hat{h}_m^2$	0,94	0,88	0,83	0,96	0,41	0,53	0,93	0,86
Acprog	0,9709	0,9405	0,9104	0,9787	0,6394	0,7293	0,9655	0,9273
CV <sub>gp</sub> (%)	11,76	6,72	10,15	9,38	5,20	7,33	2,07	1,83
CV <sub>e</sub> (%)	15,72	6,05	13,26	8,37	35,38	56,32	1,81	5,98
$\hat{h}_{ad}^2$	0,10	0,03	0,05	0,06	0,01	0,02	0,49	0,22
CVr	0,75	1,11	0,77	1,13	0,15	0,13	1,15	0,31
<b>Média</b>	<b>17,6897</b>	<b>2,1933</b>	<b>26,9698</b>	<b>3,1934</b>	<b>188,0800</b>	<b>205,1967</b>	<b>1,0585</b>	<b>74,1046</b>

$\hat{\sigma}_g^2$ : variância genética entre famílias;  $\hat{\sigma}_e^2$ : variância residual;  $\hat{\sigma}_f^2$ : variância fenotípica individual;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_m^2$ : herdabilidade da média de progênie; Acprog: acurácia da seleção de progênie; CV<sub>gp</sub>(%): coeficiente de variação genética entre progênies; CV<sub>e</sub>(%): coeficiente de variação residual;  $\hat{h}_{ad}^2$ : herdabilidade aditiva dentro de progênie; CVr = CV<sub>g</sub>/CV<sub>e</sub> = coeficiente de variação relativa; Média geral do experimento.



### 5.2.3 CARACTERES MORFOLÓGICOS E FOTOSSINTÉTICOS

A herdabilidade no sentido restrito alcançou os índices mais elevados para massa seca e área foliar com 0,90 e 0,74. Indicando que estes fatores influenciam grandemente a transmissão dos caracteres as próximas gerações (Tabela 11). Grandemente influenciados pela parte genética (RESENDE, 2007).

A avaliação do teor de clorofila não é um caráter relevante no processo, pois todos os seus índices foram considerados baixos, no que se refere a escolha deste caráter para a seleção em um programa de melhoramento. Dessa forma, esse caráter está altamente relacionado aos efeitos ambientais.

Os caracteres morfológicos e fotossintéticos apresentam índices de pequeno a médio.

Os elementos norteadores para os processos de melhoramento são sempre os fatores finais da interação do produto e vegetal, após 2 semanas de aplicação são eles com 1,11 e 1,13, os diâmetros iniciais e finais respectivamente.

As herdabilidades junto as acurácias comprovam valores excelentes indicando eficiência de uma seleção geral envolvendo o teste de progênie. Caracterizando uma situação favorável a seleção destes caracteres (RESENDE, 2007).

## 6. CONCLUSÕES

A utilização do regulador vegetal auxina 2,4-D, aplicado em sub dosagem ( $3,75 \mu\text{L.L}^{-1}$ ) é promissora para o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*.

A expressão da variação genética para os teores dos macros (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), na fase de mudas, é considerável em progênies de *E. grandis*, após aplicação do 2,4-D em sub dosagem.

A escolha do caráter, teor de zinco extraído, após a aplicação de 2,4-D em sub dosagem, é a mais indicada para a seleção de progênies em um programa de melhoramento de *E. grandis*, na fase de mudas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF - ano base 2013**. Brasília: 2012. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>. Acesso em: 13 dez. 2013.

ASSIS, T.F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.189, p.32-51, 1996.

BERLETH, T.; SACHS, T. Plant morphogenesis: long distance coordination and local patterning. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v.4, p.57-62, 2001.

BOLETIM TÉCNICO DOWN AGROSCIENCES **DMA 806BR**  
<http://www.dowagro.com/br/produtos/agro/herb.htm> acesso 30 jan. 2012

BRACK, P. **As monoculturas arbóreas no país que negligencia sua própria biodiversidade**. [http://www.inga.org.br/docs/parecer\\_monoculturas.pdf](http://www.inga.org.br/docs/parecer_monoculturas.pdf) acesso 21 dez. 2011.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Editora UFV, Viçosa. 2 ed. 2005. 969p.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, p.588, 2001.

CEDERGREEN, N. et al. The occurrence of hormesis in plants and algae. **Dose-Response** v.5, n.2, p.150-162, 2007.

CEDERGREEN, N. Herbicides can stimulate plant growth. **Weed Research**, v.48, n.5, p.429-438, 2008.

CHAVES, J.H.; et al. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p.333-341, 2004.

CONSTANTIN, J.; et al.; Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade de fumo e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.27, n.esp., p.30-34, 2007.

CROSSA, J. Statistical analysis of multi-location trials. **Advance in Agronomy**, San Diego, v.44, p.55-85, 1990.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v.14, n.1, p.1-11, 2009.

DANIELS, J.D. Role of tree improvement in intensive forest management. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.8, n.3/4, p.161-165, 1984.

DEAN, W. **A botânica e a política imperial: a introdução e a domesticação de plantas no Brasil**. Estudos Históricos, Rio de Janeiro, v.4 n.8, p.216-228, 1991.

DE PAULA LIMA, W. JARVIS, P. RHIZOPOULOU, S. Stomatal responses of Eucalyptus species to elevated CO<sub>2</sub> concentration and drought stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p.231-238, 2003.

DUDLEY, J.W.; MOLL, R.H. Interpretation and use of estimate of heritability and genetics variances in plant breeding. **Crop Science**, v.9, p.257-262, 1969.

DUKE, S.O.; CEDERGREEN, N.; VELINI, E.D.; BELZ, R.G. Hormesis: is it an important factor in herbicide use and allelopathy? **Outlooks Pest Manag**, v.17, n.1, p.29-33, 2006.

ELDRIDGE, K.G. **An annotated bibliography of genetic variation in *Eucalyptus camaldulensis***. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1975. 9p.

ELDRIDGE, K.G.; et al. **Eucalypt domestication and breeding**. New York: Oxford University Press, 1994. 288p.

FAGLIARI, J.R.; CONSTANTIN, R.S. Impact of Sublethal Doses of 2,4-D, Simulating Drift, on Tomato Yield. **Journal of Environmental Science and Health**, B40, p.201-206, 2005.

- FERNANDES, J.S. C. et al. Estudo comparativo de delineamentos experimentais para estimativas de parâmetros genéticos em erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. – Hil.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, p.663-671, 2004.
- FERREIRA, V.P. Melhoramento de plantas. Maceió: EDUFAL, 2006. 9v.:II.FERREIRA, M.; SANTOS, P.E.T. **Melhoramento genético florestal de Eucalyptus no Brasil: breve histórico e perspectivas**. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. Proceedings... Colombo: EMBRAPA-CNPQ, v.1, p.14-34, 1997.
- FERREIRA, F.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, R.L. Mecanismo de ação dos herbicidas, **V Congresso Brasileiro de Algodão**. 2005. CD-ROM.
- FISHER, R. A. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. **Trans. Roy. Soc. Edin.** v.52, p.399-433, 1918.
- FRAGOSO, A.M. et al. Efeito do 2,4-D na translocação de nutrientes na cultura do feijoeiro. **Sétima mostra científica em Ciências Agrárias** Botucatu 2011. 1p.
- FRAGOSO, A.M. et al. Utilização de 2,4-D como Biorregulador. **Oitava mostra científica em Ciências Agrárias** Botucatu 2012a. 1p.
- FRAGOSO, A.M. et al. Efeito do regulador auxina (2,4-D) na área foliar e matéria seca em eucalipto. **I Congresso de Biociências** Botucatu 2012b. 1p.
- FRAGOSO, A.M. et al. 2,4-D em sub-dosagens em *Eucalyptus grandis*. **V Conince** Avaré 2012c. 1p.
- FRAGOSO, A.M. et al. Metabolismo fisiológico de 2,4-D em *Eucalyptus grandis* **VI Conince** Avaré 2013. 1p.
- GARCIA, C.; MORA, A. **A Cultura do eucalipto no Brasil**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 112p.
- HAMRICK, J.L.; LOVELESS, M.D. Isozyme variation in tropical trees: procedures and preliminary results. **Biotropica**, New Orleans, v.18, n.3, p.201-207, 1986.
- HEMPHILL D.D.;MONTGOMERY M.L. Response of Vegetable Crops to Sublethal Application of 2,4-D. **Weed Science**. v.29, p.632-635, 1981.
- HOULE, D. Comparing evolvability and variability of quantitative traits. **Genetics**, v.130, p.195-204, 1992.
- KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. 1980. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- KLAR, A.E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo, Brasil. 1988. Nobel. 408p.

LAMAS, F.M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e chlormequat aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.265-272, 2001.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Pavilhão de Química, ESALQ, Ceres 2006. 638p.

MORAES, M.L.T. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden e suas relações com as características de crescimento**. 1987. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1987.

MEDINA, C.L., MACHADO, E.C.; GOMES, M.D.M.D.A. Condutância Estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, n.1, p.29-34, 1999.

MEYER, B.S. et al. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983. 710p.

MORAES, C.B. **Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden sob os efeitos de biorregulador e adubação química**. Botucatu, 2007. 104p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Área de concentração: Genética) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2007.

MORAES, M.L.T. **Variação genética e aplicação da análise multivariada em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari**. 2001. 124f. Tese (Livro Docência)– Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

MORAN, G.F.; BELL, J.C. *Eucalypts*. In: TANSLEY, D.S.; ORTON, T.J. (Ed.). **Isoenzymes in plant genetics and breeding**. Amsterdam: Elsevier, 1983. Part B, p.423-441.

MORI, E.S. Aplicação da Estratégia de Núcleos de Melhoramento em *Eucalyptus*. In: III WORKSHOP EM MELHORAMENTO FLORESTAL, 2007, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF – ESALQ/USP - Piracicaba – SP, 2007. CD.

MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. **Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla***. IPEF, Piracicaba, v.39, n.1, p.53-63, 1988.

NASCIMENTO, E.R; YAMASHITA, O.M. Desenvolvimento inicial de olerícolas cultivadas em solos contaminados com resíduos de 2,4-D + picloram. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.47-54. 2009.

NAMKOONG, G. Inbreeding effects on estimation of genetic additive variance. **Forest Science**, Lawrence, v.12, n.1, p.8-13, 1966.

PIRES, I.E. **Genética Florestal**. Viçosa: Arka, 2011. 318p.

PRYOR, L.D. **The biology of eucalypts**. London: Edward, 1976. 82p.

PRYOR, L.D. *Eucalyptus*. In: A. Halevy CRC Handbook of flowering. 1. ed. Boca Raton: Franklin Book Company, Incorporated., v.2, p.476-482, 1985.

RAMALHO, R.S. **Dendrologia tropical (terminologia)**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 1995. 52p.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F.R. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.11, n.30, p.9-22, 1997.

REIS, M.R., et al. Dinâmica de nutrientes em tecidos foliares de cana-de-açúcar após aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.175-184, 2008.

RESENDE, M.D.V. Correções nas expressões do progresso genético com seleção em função da amostragem finita dentro de famílias de populações e implicações no melhoramento florestal. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n.22/23, p.61-77, 1991.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RESENDE, M.D.V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, v.1. 2004, 57p.

RESENDE, M.D.V. **Software SELEGEN-REML/BLUP**. Campo Grande, Embrapa, 2006. 299p.

RESENDE, M.D.V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007, 362p.

RESENDE, M.D.V.; DIAS, L.A.S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.44-52, 2000.

RENNE D.S.; WOLF M.A. Experimental studies of 2,4-D herbicide drift characteristics. **Agricultural Meteorology**, v.20, p.7-24, 1979.

ROMAN, E.S. **Como funcionam os herbicidas: da biologia a aplicação**. Berthier, 2007. 158p.

ROUTSALAINEN, S.; LINDGREEN, D. Predicting genetic gain of backward and forwardselection in forest tree breeding. **Silvae Genetica**, Deutschland, v.47, n.1, p.42-50, 1998.

SCHOROEDER, G.L., COLE, D.F., DEXTER, A.G.. Sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) response to simulated herbicide spray drift. **Weed Science**, Champaign, v.31, n.6, p.831-6, 1983.

STEFANCIC, M.; STAMPAR, F.; OSTERC, G. Influence of endogenous IAA levels and exogenous IBA on rooting and quality of leafy cuttings of *Prunus* „GiSelA 5<sup>®</sup>”. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Kent, v.81, p.508-512, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TEALE, W.D.; PAPANOV, I.A.; PALME, K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. **Nature Reviews. Molecular Cell Biology**, London, v.7, p.847-859, 2006.

VELINI, E.D. et al. Glyphosate applied at low doses can stimulate plant growth. **Pest Management Science**, v.64, n.2, p.489-496, 2008.

VELINI, E.D. et al. Growth regulation and other secondary effects of herbicides. **Weed Science**, v.58, n.3, p.351-354. 2010.

VENCOVSKY, R., **Genética quantitativa**. In: KERR, W.E. Melhoramento e genética. São Paulo: Edições Melhoramentos e Editora da Universidade de São Paulo, p.17-38, 1969.

WALL, D.A. Effect of sublethal dosages of 2,4-D on annual broadleaf crops. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.76, n.1, p.179-85, 1996.

WANNMACHER, L. **Uso indiscriminado de antibióticos e resistência microbiana: Uma guerra perdida** ISSN 1810-0791 Vol. 1, Nº 4 Brasília, Março de 2004.p. 1-6.

YARED, J.A.G.; SOUZA, A. **Análise dos impactos ambientais no manejo de florestas tropicais**. <Manejo Florestal DEF/www.ufv.br > acesso 21 dez. 2011.