

**ESTUDO DE CARACTERES SILVICULTURAIS E DE PRODUÇÃO DE  
ÓLEO ESSENCIAL DE PROGÊNIES DE *Corymbia citriodora* (HOOK)  
K. D. HILL & L. A. S. JOHNSON PROCEDENTE DE ANHEMBI SP -  
BRASIL, EX. ATHERTON QLD - AUSTRÁLIA**

**ISRAEL GOMES VIEIRA**

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de  
São Paulo, para obtenção do título de Mestre  
em Recursos Florestais, com opção em  
Tecnologia de Produtos Florestais.

**P I R A C I C A B A**  
Estado de São Paulo – B r a s i l  
Agosto – 2004

**ESTUDO DE CARACTERES SILVICULTURAIS E DE PRODUÇÃO DE  
ÓLEO ESSENCIAL DE PROGÊNIES DE *Corymbia citriodora* (HOOK)  
K. D. HILL & L. A. S. JOHNSON PROCEDENTE DE ANHEMBI SP -  
BRASIL, EX. ATHERTON QLD - AUSTRÁLIA**

**ISRAEL GOMES VIEIRA**  
Biólogo

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ OTÁVIO BRITO**

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de  
São Paulo, para obtenção do título de Mestre  
em Recursos Florestais, com opção em  
Tecnologia de Produtos Florestais.

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo – B r a s i l  
Agosto – 2004

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Vieira, Israel Gomes

Estudo de caracteres silviculturais e de produção de óleo essencial de progênies de *Corymbia citriodora* (Hook) K. D. Hill & L. A. S. Johnson procedente de Anhembi SP – Brasil Ex. Atherton QLD – Austrália / Israel Gomes Vieira. - - Piracicaba, 2004.  
80 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.  
Bibliografia.

1. Eucaliptos 2. Óleos essenciais 3. Progênie 4. Variação genética I. Título

CDD 665.33

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

***Aos meus pais, Manoel (in memoriam) e Rita,  
pelo exemplo de vida.***

**DEDICO**

***A Deus,***

***Fonte da minha vida.***

***À minha esposa,***

***Norma, pelo companheirismo e amor.***

***Aos meus filhos,***

***Ana Júlia e Luiz Henrique, pela inspiração***

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Norma A. R. Vieira pela compreensão e incentivo constante.

Ao IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais pela oportunidade e apoio ao desenvolvimento de todo o trabalho desenvolvido.

Ao Professor Mário Ferreira pela amizade, incentivo, orientação e formação extra tere.

Ao Professor da FEIS /UNESP Mário Luiz Teixeira de Moraes, pela amizade incentivo e orientação.

Ao funcionário da E. E. C. F. de Anhembi: Carlos Maria pela condução do experimento e apoio na coleta de dados.

Aos estagiários do LQCE/ESALQ, Talita Cristina Zamoner; Murilo Vieira Gabriel, Janaina Correa da Fonseca, Clóvis Machado Netto e Luiz Ricardo pelo apoio e desenvolvimento dos trabalhos de laboratório.

Aos estagiários do Setor de Sementes IPEF, Livia Gabriela Mateus Bezerra e Luiz Gustavo de Lima de Oliveira, pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

À amiga Cristiane Fernandes pelo apoio na redação.

Aos funcionários do Setor de Sementes do IPEF, José Cardoso de Araújo, Valdinei Mainardes da Silva, Sabino Carvalho dos Santos, Edson Luiz da Fonseca, Isael Aparecido da Silva e Eveli Ramos pelo apoio no desenvolvimento do trabalho de campo.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
SUMMARY.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Identificação e caracterização do <i>Corymbia citriodora</i> .....	3
2.1.1 Identificação.....	3
2.1.2 Caracterização das folhas.....	4
2.1.3 Caracterização da inflorescência e fruto.....	4
2.1.4 Caracterização da casca.....	5
2.2 Ocorrência natural.....	5
2.3 O <i>C. citriodora</i> no Brasil.....	6
2.4 Aspectos silviculturais do <i>C. citriodora</i> .....	7
2.5 Óleo essencial de eucalipto.....	8
2.6 Classificação dos óleos essenciais.....	10
2.7 Óleo essencial de <i>C. citriodora</i> .....	14
2.7.1 Manejo do <i>C. citriodora</i> para a produção de óleo essencial.....	15
2.8 Parâmetros genéticos.....	16
2.8.1 Estudos relacionados ao melhoramento genético nos gêneros <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i> .....	18
2.8.2 Trabalhos de melhoramento genético com óleo essencial.....	19

2.9 Óleos essenciais de <i>C. citriodora</i> : avaliações econômicas.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 MATERIAL.....	23
3.1.1 Origem do material genético.....	23
3.1.2 Caracterização do experimento e do local da experimentação.....	25
3.2 MÉTODOS.....	26
3.2.1 Produção das mudas e plantio.....	26
3.2.2 Delineamento.....	26
3.2.3 Caracteres morfológicos.....	26
3.2.3.1 Caracteres avaliados nas matrizes.....	27
3.2.3.2 Caracteres avaliados nas progênies.....	27
3.2.4 Análise estatística.....	30
3.2.4.1 Estimativas de parâmetro genético.....	30
3.2.4.2 Ranqueamento.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 Caracteres silviculturais e de produção de óleo.....	33
4.1.1 Sobrevivência.....	33
4.1.2 Altura da planta.....	36
4.1.3 Produção de folhas.....	39
4.1.4 Rendimento de óleo essencial.....	41
4.1.5 Teor de citronelal no óleo essencial.....	43
4.2 Estimativas de parâmetros genéticos.....	45
4.3 Ranqueamento.....	46
4.4 Análise morfológica nas matrizes.....	51
4.4.1 Sementes.....	51
4.4.2 Frutos.....	54
4.5 Análise morfológica nas progênies.....	60
4.5.1 Lignotubérculo.....	60
4.5.2 Folha.....	60
4.5.3 Pilosidade.....	65
5 CONCLUSÕES.....	68

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
APÊNDICES.....	77



## LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Vista geral da plantação.....	29
2 Derrixa manual de folhas.....	29
3/4 Hidrodestilação do óleo essencial.....	29
5 Sobrevivência médias das progênies aos 11 meses de idade.....	35
6 Valor médio das progênies para o caráter altura da planta.....	38
7 Média das progênies para a produção de folhas.....	40
8 Rendimento médio de óleo essencial por progênies.....	42
9 Teor médio da progênie de citronelal no óleo essencial.....	44
10 Distribuição do peso de 100 sementes das matrizes selecionadas.....	53
11 Distribuição do diâmetro dos frutos das matrizes selecionadas.....	56
12 Distribuição do comprimento médio dos frutos das matrizes selecionadas.....	58
13 Distribuição do comprimento das folhas das mudas das progênies....	62
14 Distribuição das mudas das progênies em relação à largura das folhas.....	66

## LISTA DE TABELAS

	Página
1 Principais espécies de eucaliptos utilizadas para a produção de óleo essencial medicinal – rendimento em base de peso de folha fresca, classificação conforme seu uso e teor do componente principal.....	11
2 Principais espécies de eucaliptos utilizadas para a produção de óleo essencial industrial – rendimento em base de peso de folha fresca, classificação conforme seu uso e teor do componente principal.....	12
3 Principais espécies de eucaliptos utilizadas para a produção de óleo essencial de perfumaria – rendimento em base de peso de folha fresca, classificação conforme seu uso e teor do componente principal.....	12
4 Especificações para o óleo de <i>C. citriodora</i> .....	13
5 Caracterização das matrizes colhidas na região de Atherton – QLD – Austrália.....	24
6 Esquema da análise de variância utilizado nos caracteres: altura da planta, produção de folhas e rendimento de óleo essencial.....	31
7 Esquema da análise de variância utilizado na análise dos caracteres sobrevivência e teor de citronelal do óleo essencial.....	31

8	Esquema de análise de variância em classificação hierárquica.....	32
9	Análise de variância dos caracteres silviculturais e de produção de óleo.....	33
10	Médias das repetições e média geral da progênie para o caráter sobrevivência (valores em porcentagem).....	34
11	Média da altura das plantas por repetições e média geral da progênie (valores em metros).....	36
12	Média geral das progênies e média por repetições para o caráter produção de folhas (valores em Kg).....	39
13	Média do rendimento de óleo por repetição e a média geral da progênie (valores em porcentagem).....	41
14	Média das progênies em cada repetição e média geral da progênie para o teor de citronelal do óleo essencial (valores em porcentagem).....	43
15	Estimativa dos parâmetros genéticos e coeficiente de variação.....	46
16	Rankeamento das 45 progênies referente aos caracteres rendimento de óleo essencial, produção de folhas e teor de citronelal do óleo essencial...	47
17	Formação dos grupos de progênies superiores, intermediárias e inferiores com base no ranqueamento proposto.....	49
18	Análise de variância, entre grupos, dos caracteres silviculturais e de produção de óleo.....	50
19	Seleção baseada em soma de ranks para 15 indivíduos.....	50

20	Amplitude dos tipos morfológicos e sua composição em matrizes em relação ao peso de 100 sementes.....	51
21	Classificação das matrizes nos três tipos morfológicos em função do peso de 100 sementes.....	52
22	Distribuição das matrizes classificadas nos tipos morfológicos pelo peso de 100 sementes nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento das progênies.....	54
23	Amplitude dos tipos morfológicos e sua composição em número de matrizes em relação ao diâmetro médio dos frutos.....	54
24	Diâmetro médio dos frutos das matrizes e respectivos tipos morfológicos..	55
25	Amplitude dos tipos morfológicos e sua composição em número de matrizes em relação ao comprimento médio dos frutos.....	56
26	Classificação das matrizes em tipos morfológicos em função do comprimento médio dos frutos.....	57
27	Distribuição das matrizes classificadas nos tipos morfológicos em função do diâmetro médio dos frutos nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento.....	59
28	Distribuição das matrizes classificadas nos tipos morfológicos em função do comprimento médio dos frutos nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento.....	59
29	Amplitude e composição em número de matrizes dos tipos morfológicos em relação ao comprimento das folhas das mudas das progênies.....	60

30	Comprimento das folhas das mudas e seus respectivos tipos morfológicos.....	61
31	Tipos morfológicos e composição em número de progênies em relação à largura das folhas das mudas das progênies.....	62
32	Largura das folhas das mudas das progênies e seus respectivos tipos morfológicos.....	63
33	Distribuição das progênies classificadas morfolologicamente pela largura das folhas nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento.....	64
34	Distribuição das progênies classificadas morfolologicamente pelo comprimento das folhas nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento.....	65
35	Tipos morfológicos e composição em relação à intensidade de pilosidade das mudas das progênies.....	65
36	Classificação das mudas das progênies em função dos tipos morfológicos da intensidade da pilosidade.....	66
37	Distribuição das progênies classificadas morfolologicamente pela intensidade de pilosidade nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento...	67

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIações E SÍMBOLOS

% - porcentagem

$(h_d^2)$  - dentro de parcelas

$(h^2)$  - estimativas de herdabilidade no sentido restrito

$(h_m^2)$  - nível de média

$(\sigma_d^2)$  - variância dentro de parcela

$(\sigma_e^2)$  - variância do erro entre parcela

$(\sigma^2)$  - variância do erro entre parcela

$(\sigma_b^2)$  - variância entre bloco

$(\sigma_p^2)$  - variância entre progênies

$\alpha$ -felandreno – alfa felandreno

(G) – Número de grupos

Ác. – Ácido

Alt. - altitude

APS – Área de produção de sementes

B - Boro

C.V. – Coeficiente de variação

Ca - Cálcio

cm - centímetro

cm<sup>3</sup> – centímetro cúbico

cont. – continuação

CSIRO – Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation

CWA – expressão usada para classificar clima  
DAP – Diâmetro a altura do peito  
E(QM) - esperança do quadrado médio  
E. E. C. F. A. - Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi  
E. E. C. I. – Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga  
ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
et al. – expressão  
exp – experimental  
F - Teste F  
g – grama  
g/cm<sup>3</sup> - grama por centímetro cúbico  
gl – Gay Lussac  
GL - grau de liberdade  
GS - ganhos de seleção.  
h<sub>2</sub> - herdabilidade  
ha - hectare  
ISO – International Standard Organization  
K – Potássio  
Kg - quilograma  
Km - quilometro  
Lat. - latitude  
LCF – Departamento de Ciências Florestais  
Long. - longitude  
LQCE – Laboratório de Química, Celulose e Energia  
m - metro  
m<sup>2</sup> - metro quadrado  
m<sup>3</sup>/ha - metro cúbico por hectare  
Mg - magnésio  
MG - Minas Gerais  
ml – mililitro  
mm – milímetro  
N - Nitrogênio

n - número de plantas por parcela  
N.<sup>o</sup> - número  
O - Oxigênio  
° C – graus celcius  
P - Fósforo  
p - número de progênies  
Pr > F – Probabilidade maior para teste F  
Prog. – Progênies  
QLD - Queensland  
QM - quadrado médio  
r - repetições  
Rep 1 – Repetição 1  
Rep 2 – Repetição 2  
Rep 3 – Repetição 3  
S - Sul  
S - Sulfato  
SAS – Statistical Analysis System  
SP - São Paulo  
subesp. – sub espécie  
T - talhão  
t - tonelada  
Tratam. – tratamento  
US\$ - moeda/ dólar americano  
USP – Universidade de São Paulo  
v/v – volume/ volume  
var. - variedade  
vol/vol – volume/volume  
W – Norte  
X<sub>o</sub> -média geral do experimento  
X<sub>s</sub> - média das progênies selecionadas



**ESTUDO DE CARACTERES SILVICULTURAIS E DE PRODUÇÃO DE  
ÓLEO ESSENCIAL DE PROGÊNIES DE *Corymbia citriodora* (HOOK)  
K. D. HILL & L. A. S. JOHNSON PROCEDENTE DE ANHEMBI SP -  
BRASIL, EX. ATHERTON QLD - AUSTRÁLIA**

Autor: ISRAEL GOMES VIEIRA

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ OTÁVIO BRITO

**RESUMO**

O *Corymbia citriodora* (ex *Eucalyptus citriodora*) é uma espécie que ocupa um lugar de destaque no segmento de plantas aromáticas. Além de ser plantada, principalmente por pequenos e médios proprietários rurais, destinada a usos múltiplos, a espécie se destaca por colocar o Brasil como o maior produtor mundial de óleo essencial obtido de suas folhas. Dessa forma, os estudos de variação genética envolvendo caracteres de produção silvicultural e de óleo são importantes, visando à seleção de materiais geneticamente superiores. Diante de tais fatos, este trabalho teve como objetivos a avaliação do potencial de uma população originária de Atherton QLD, Austrália, a caracterização morfológica de matrizes e progênies superiores e a seleção de progênies e indivíduos superiores, em relação a produção de folhas, rendimento de óleo essencial e teor do seu componente químico principal, o citronelal. O experimento foi instalado em fevereiro de 2003, na Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi, localizada no município de Anhembi, SP, pertencente à Universidade de São Paulo e administrada pelo Departamento e Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de

Queiroz”. O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso, com o plantio de árvores originadas de sementes de 45 progênies existentes na Estação Experimental, que por sua vez foram implantadas com material proveniente de uma População Base localizada em Atherton, QLD, Austrália. Foram instaladas parcelas lineares com 10 plantas, com 3 repetições, no espaçamento de plantio de 3m x 2 m. Aos 11 meses de idade, procedeu-se a avaliação do plantio em relação à sobrevivência, altura das plantas, produção de folhas, rendimento de óleo essencial e seu teor de citronelal. Os resultados indicaram: a) o crescimento em altura das plantas foi excelente, possibilitando a redução do período inicial de colheita das folhas; b) as progênies estudadas apresentam pouca variabilidade genética em relação aos caracteres estudados; c) a produção de folhas, expressou os maiores ganhos de seleção; d) a seleção pela média de progênies é mais indicada para os caracteres altura da planta, produção de folhas e rendimento de óleo e em nível indivíduos para o caráter teor de citronelal no óleo essencial; e) a morfologia de sementes das matrizes e folhas e pilos das mudas servem de orientação para seleção de materiais; f) o ranqueamento com base em multi caracteres é eficiente para a seleção de progênies superiores e g) a população apresenta média superior às que têm sido usadas comercialmente no Brasil, destinadas à produção de óleo essencial.

**EVALUATION OF SILVICULTURAL VARIABLES AND ESSENTIAL OIL  
PRODUCTION OF *Corymbia citriodora* (HOOK)  
K. D. Hill & L. A. S. JOHNSON PROGENIES AT ANHEMBI PROVENANCE, SP  
BRASIL, EX. ATHERTON, QLD AUSTRÁLIA**

Author: ISRAEL GOMES VIEIRA

Adviser: Prof. Dr. JOSÉ OTÁVIO BRITO

**SUMMARY**

*Corymbia citriodora* is an important species among aromatic plants. It is a multipurpose species cultivated by small and intermediate farmers, which makes Brazil the largest world producer of essential oils obtained from leaves. Therefore, the study of genetic variations of the silvicultural variables and the oil production characteristics are necessary for the selection of desirable materials for a tree-breeding program. The main objective was to evaluate a *C.citriodora* population from Atherton QLD, Australia regarding the morphological characteristics of selected trees and superior progenies, their leaf biomass production, essential oil yield and citronelal content. The experiment was settled in February 2003, at Anhembi Forest Experimental Station, at Anhembi, SP, which belongs to the University of Sao Paulo and is managed by the the Forest Sciences Department of the “Luiz de Queiroz” Superior Agriculture College. The statistical design was completely randomised blocks, with progenies from 45 selected trees of a basic population from Atherton, QLD Australia. Ten-plants linear plots were used, with 3 repetitions, on 3 x 2 m spacing. At 11 months-old, survival rate, total height, leaf-biomass production,

essential oil yield, and the citronelal content of the progenies was determined. Results demonstrated that: a) plant height growth was excellent, leading to a earlier first leaf harvesting; b) the progenies showed low genetic variation related to the characteristics evaluated; c) leaf production showed high selection gains; d) average of progenies' selection is recommended for plant height, leaf production and oil yield. An evaluation of individuals is better for citronelal content selection; e) morphology of seeds fromselect trees, leaves and pilos of seedlings can help the selection of desirable materials; f) use of a rank system based on multiple variables is efficient for selection of desirable materials; g) the studied population showed, on average, a greater oil potential than others populations currently used in Brazil for essential oil production.

## 1 INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são líquidos com odor característico encontrado nos vegetais. Como componente de sabonetes, desinfetantes, descongestionantes, conservantes, etc, o óleo essencial está presente em muitos produtos de uso diário da maioria da população. Usado em larga escala, esses óleos mostram uma crescente demanda no mercado nacional e internacional.

Pela facilidade de produção e possibilidade de consorciamento com outras culturas e até mesmo animais, as plantas aromáticas, utilizadas para a extração do óleo essencial, podem se tornar uma importante fonte de renda a pequenos e médios produtores rurais em um curto espaço de tempo.

No Brasil são cultivadas várias espécies de plantas aromáticas produtoras de óleo essencial. Dentre essas espécies estão a do gênero *Corymbia* e *Eucalyptus*, conhecidos vulgarmente como eucaliptos, que produzem, em suas folhas, um óleo essencial de excelente qualidade. As espécies, do gênero *Corymbia* e *Eucalyptus*, de maior expressão cultivadas no Brasil para a extração de óleo essencial são: *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus staigeriana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus exserta* e *Eucalyptus globulus*.

Considerado o maior produtor de óleo essencial de *C. citriodora* do mundo, com estimativa de produção, para 2004, de 1200 t, o Brasil tem essa espécie como a mais importante dos eucaliptos no seguimento de óleos essenciais.

O *C. citriodora*, pelas qualidades silviculturais e de sua madeira, é uma excelente espécie para usos múltiplos. Isso incentivou sua disseminação, preferencialmente, em pequenas e médias propriedades rurais para uso em cerca, construção rural, poste, lenha, carvão, pontalete, etc. Dentre os múltiplos usos, destacam-se como uma alternativa viável, financeira e operacional, a utilização das folhas dessa espécie como matéria prima na extração de óleo essencial.

Por não ser uma espécie prioritária às grandes empresas, o volume de pesquisa a ela dedicada, atualmente, é baixo, muito embora expresse grandes potencialidades de uso.

Com a finalidade de se obter material genético de melhor qualidade, este estudo foi desenvolvido em progênies de meios irmãos de *C. citriodora*, procedente de Anhembi-SP ex. Atherton QLD, Austrália, tendo os seguintes objetivos: a) avaliar o potencial de produção de folhas, rendimento de óleo e teor de citronelal do óleo essencial da população originária de Atherton QLD; b) estudar as variações morfológicas entre progênies, visando ao estabelecimento de tipos morfológicos e sua relação com a produção de folhas, rendimento do óleo essencial e teor de citronelal; c) selecionar progênies de meios irmãos com alta produção de folhas, com bom rendimento de óleo e teor de citronelal para estabelecimento de pomares produtores de sementes e d) selecionar indivíduos com potencial para a produção de folhas e bom rendimento de óleo essencial para a propagação vegetativa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Identificação e caracterização do *Corymbia citriodora*

#### 2.1.1 Identificação

A história do gênero *Eucalyptus* cita: “A descrição do gênero se deu em 1788, por L'Heeretier de Brutelle, e publicada no *Sertum Angelicum*, 18, T. 20, Paris” (ANDRADE, 1939).

Em estudos recentes, baseados em características morfológicas e moleculares, o gênero *Eucalyptus* foi reclassificado. HILL & JOHNSON (1995), propuseram uma nova classificação para o gênero, excluindo as espécies chamadas de “bloodwood” formando com estas um novo gênero denominado *Corymbia*. Neste novo gênero foram incluídas 113 espécies, antes denominadas *Eucalyptus*. As espécies, do gênero *Corymbia*, mais difundidas no Brasil são: *Corymbia citriodora*, *Corymbia torelliana* e *Corymbia maculata*.

Há divergências entre autores quanto a esta nova classificação, no entanto atualmente é a mais utilizada. Neste trabalho nomenclatura adotada é, *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson (1995), sub tribo Angophorinae, gênero *Corymbia*, seção *Ochraria*, série *Maculatae* (HILL & JOHNSON, 1995).

Pela semelhança existente entre os gêneros *Corymbia* e *Eucalyptus*, Hill e Johnson sugerem que ambos sejam comumente denominados de “eucaliptos”.

### **2.1.2 Caracterização das folhas**

As folhas do *C. citriodora* são na fase de mudas opostas com 3 a 5 pares, alternadas, pecioladas, ovaladas, com comprimento de 6,5 cm a 17 cm e largura de 2,3 cm a 7,5 cm, verde clara, ligeiramente descolorada. Na fase juvenil são alternadas, pecioladas, ovaladas a largo lanceoladas, com comprimento de 14 cm a 21 cm e largura de 4,5 cm a 8 cm, verde clara. O pedúnculo, o pecíolo e as folhas, particularmente as veias, são cobertas com pêlos de 0,5 cm de comprimento, tanto na fase de muda quanto na fase juvenil. No estágio intermediário, suas folhas são alternadas, pecioladas, largo-lanceoladas a lanceoladas, com comprimento de 13 cm a 30 cm e largura de 2 cm a 5 cm, verdes. Na fase adulta suas folhas são alternadas, pecioladas, lanceoladas a estreito-lanceolada, com as seguintes dimensões: comprimento de 8 cm a 16 cm e largura de 0,5 cm a 1,8 cm, verdes. Todas as folhas contêm um forte cheiro de citronela quando trituradas (BOLAND et al., 1994).

### **2.1.3 Caracterização da inflorescência e fruto**

Suas inflorescências são terminais com pedúnculos de 0,3 cm a 0,7 cm de comprimento e pedicelos de 0,1 cm a 0,6 cm de comprimento. Botões clavados com dimensões de 0,7 cm a 1 cm de diâmetro e de 0,4 cm a 0,6 cm de comprimento, opérculo hemisférico-apiculado. Na Austrália seu florescimento ocorre entre junho e novembro. Seus frutos são pedicelados, ovóides, muitas vezes com verruga, com comprimento de 0,7 cm a 1,5 cm e diâmetro de 0,7 cm a 1,1 cm, disco largo, deiscente, com 3 ou 4 válvulas, profundamente encobertas (BOLAND et al., 1994).



### 2.1.4 Caracterização da casca

A casca é lisa com superfície pulverulenta. Ao norte da zona de ocorrência natural, freqüentemente é de cor rosada a avermelhada na maior parte do ano. Após a substituição apresenta uma tonalidade esbranquiçada, na região sul, as árvores são praticamente indistinguíveis as do *C. maculata* devido a aderência da casca velha à árvore dando aparência de máculas (BOLAND et al., 1994).

### 2.2 Ocorrência natural

O *Corymbia citriodora* é uma espécie de ocorrência natural da Austrália, caracterizada por apresentar um porte médio, chegando algumas vezes a 50 metros de altura e 1,2 m de diâmetro. Sua madeira apresenta alta densidade ( $0,99 \text{ g/cm}^3$ ) podendo ser indicada para plantios visando usos múltiplos (BOLAND et al., 1994).

A espécie *C. citriodora* apresenta duas grandes áreas de ocorrência natural em Queensland, Austrália. A mais extensa vai de Maryborough a Mackay até cerca de 400 km no interior e a menos extensa está limitada a locais altos e secos próximos a Atherton, Herberton e Monte Garnet. Fora destas duas áreas sua ocorrência natural é muito pequena. A variação de latitude nas áreas do norte de QLD é de  $16^{\circ}45'$  a  $20^{\circ}35'$  S, enquanto a altitude varia de 450 a 1000 metros, as áreas mais ao sul são de  $22^{\circ}45'$  a  $26^{\circ}00'$  S de latitude, com altitudes de 70 a 400 metros (BOLAND et al., 1994). Contudo, segundo FERREIRA et al. (1993) a área de ocorrência natural é restrita à zona costeira de Queensland, sendo o seu principal centro Mackay e Maryborough, onde a espécie penetra até 300 km para o interior do continente. Pode também ocorrer em regiões mais altas e mais secas, principalmente na macro-região de Atherton. As coordenadas geográficas dessas duas áreas são: Norte, macro região de Atherton: latitude  $17^{\circ}$  a  $19,5^{\circ}$  S, altitude 600 a 700 m; Sul região de Mackay e Maryborough: latitude  $22^{\circ}$  a  $26^{\circ}$  S, altitude 75 a 300 m.

O clima é moderadamente quente úmido ou sub úmido. Há variação na faixa de temperatura provocada pela quantidade de chuvas. Nos locais úmidos, a temperatura máxima média do mês mais quente está na faixa de  $30^{\circ}\text{C}$  a  $32^{\circ}\text{C}$ , e a

mínima média do mês mais frio está em torno de 9° a 12°C, mas nas áreas do interior essas faixas são de 34°C a 36°C e 5°C a 10°C, respectivamente. A precipitação média anual varia de 650 a 1600 mm com boa distribuição, ocorrendo a máxima no verão. O final do inverno e da primavera são secos. O *C. citriodora* ocorre em locais ondulados, incluindo platôs e serras secas, sendo tolerante a uma variedade de solos. É comumente encontrado em solos muito pobres, argilosos, preferindo algumas vezes subsolos bem drenados. Nas faixas secas de sua distribuição, ele ocorre em locais arenosos ao longo de vales profundos e rede de drenagens, onde se estendem para os topos. Esta espécie ocorre principalmente em florestas abertas ou em matas em formação (BOLAND et al., 1994).

### **2.3 O *C. citriodora* no Brasil**

O primeiro relato sobre o *C. citriodora* no Brasil é: “árvore alta, ornamental, folhas com cheiro de limão. Madeira excelente, forte e durável empregada para pontes, calçamento e na fabricação de carros e rodas para carros. Crescimento extremamente rápido. Exemplares de nove meses com três metros de altura” (LOFGREN, 1906).

Entre as espécies de eucaliptos introduzidas no Brasil o *C. citriodora* é, provavelmente, uma das que se tem mantido suficientemente pura por não se cruzar com a maioria das espécies mais comumente plantadas, sendo seus cruzamentos restritos ao *E. torelliana* e *C. maculata* (PRYOR & JOHNSTON, 1971).

Ao final dos anos 70, considerava-se desconhecida a origem geográfica das sementes de *C. citriodora* utilizadas no Brasil e que os antigos plantios existentes nos estados de São Paulo e Minas Gerais possuíam incrementos considerados entre satisfatórios e medíocres. Na região nordeste, nos estados de Pernambuco, Paraíba e Maranhão os plantios não apresentavam nem forma nem incrementos satisfatórios. As procedências introduzidas na região de Bom Despacho – MG, apresentavam incremento superior quando comparadas aos talhões originados de sementes de produção nacional (GOLFARI et al., 1978). Tais informações revelam que algumas procedências do *C. citriodora* possuem maior capacidade de produção

que aquelas cultivadas no país, confirmando a teoria de que existe uma procedência adequada a cada tipo de região climática (VITTI, 1999).

No período de 1970 a 1984, foram cadastrados pelo IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - 1651 lotes de sementes de eucaliptos envolvendo 98 espécies, conduzidos no Brasil por suas empresas associadas e por outras instituições. Desse montante, de *C. citriodora* foram introduzidos 37 lotes (FERREIRA, 1993).

Atualmente a área estimada de plantio do *C. citriodora* no Brasil é de 85.000 ha, com maior concentração nos estados de Minas Gerais e São Paulo. No estado de São Paulo, a área plantada de *C. citriodora* é de 10.060 ha. Para obtenção de madeira de maior dimensão, manejada pelo sistema de alto fuste, temos no estado um total de 11.438 ha de eucaliptos, sendo que 7.654 ha é de *C. citriodora* (KRONKA et al., 2002).

#### **2.4 Aspectos silviculturais do *C. citriodora***

Um kg de sementes totalmente limpas de *C. citriodora* contém aproximadamente 190.000 sementes, com germinação média de 80%. A produção de mudas é feita por semeio direto no recipiente, com emergência em torno de 10 dias, a plântula não tolera repicagem. O tempo de produção das mudas é de aproximadamente 100 dias, com um rendimento médio de 70.000 mudas por kg de sementes.

Pela qualidade da madeira e possibilidade de manejo da floresta, o *C. citriodora* é amplamente difundido entre os pequenos e médios proprietários rurais. Em geral, é plantado em pequenos talhões, com espaçamento de 3 m x 2 m e manejado pelo sistema de alto fuste, em função da demanda de madeira da propriedade.

Quanto ao ataque de pragas, o *C. citriodora* é considerado uma das espécies de eucalipto mais atacadas por insetos. Os maiores danos são causados por insetos pertencentes às ordens Hymenopteras (formigas-cortadeiras), Lepidopteras (lagartas) e Coleopteras (besouro-de-folhas). (BERT FILHO, 1984), citado por XAVIER, (1993).

Por ser uma espécie que apresenta tubérculos lenhosos, tem como característica alta resistência ao fogo; pode sobreviver a geadas leves e apresenta tolerância à deficiências hídricas. Para sobreviver e apresentar rendimento necessita de um mínimo de pluviometria anual em torno de 600 mm e, para crescimento mais rápido, essa precipitação mínima deve ser da ordem de 900 mm. Pela descrição das características da sua área de ocorrência natural, pode-se afirmar que há grande possibilidade de serem selecionadas populações geneticamente superiores para resistência à geada e à seca. (FERREIRA et al., 1993).

Quanto ao seu incremento, GURGEL & CORSINI (1973), relatam os seguintes rendimentos lenhosos volumétricos totais para o *C. citriodora* de 4,5 anos plantado em Luiz Antonio-SP: 225,70 m<sup>3</sup>/ha no espaçamento de 3,0 m x 1,5 m; 201,357 m<sup>3</sup>/ha no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m; 186,079 m<sup>3</sup>/ha no espaçamento de 3,0 m x 2,5 m e 161,529 m<sup>3</sup>/ha no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m.

SIQUEIRA et. al. (2002), concluíram que aos 18 meses de plantio, em um teste de espécies na região de mata atlântica de Sergipe, o *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* e o *C. citriodora* foram as melhores espécies em relação ao desenvolvimento em altura de plantas e diâmetro.

GOLFARI (1975) recomenda o *C. citriodora* para reflorestamento para quase todo Brasil central, norte do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Litoral do nordeste. No entanto, não o indica para os estados de Pernambuco, Paraíba e Amazônia, onde os plantios não apresentaram desenvolvimento satisfatório.

## **2.5 Óleo essencial de eucalipto**

BOLAND et al. (1991), comentam que as variações qualitativas e quantitativas da característica do óleo essencial são atribuídas a três grandes fatores: genéticos, fisiológicos e ambientais. Os autores consideram também a técnica e a análise do óleo essencial como um quarto fator na contribuição dessas variações. A variabilidade genética das espécies produtoras de óleo possibilita a identificação e seleção de materiais genéticos, procedências e/ou progênies, que apresentem um maior rendimento e qualidade de óleo essencial.

O óleo essencial, no *C. citriodora*, apresenta rendimento que varia de 1% a 1,6%, ou seja, a cada tonelada de biomassa foliar destilada pode-se extrair de 10 a 16 kg de óleo. A concentração de seu componente principal citronelal varia entre 65% a 85%. No Brasil, o óleo de *C. citriodora* é comercializado bruto, ou então, tendo como base o citronelal, para obter-se o citronelol, o hidroxicitronelal e o mentol (VITTI & BRITO, 2003).

Os óleos essenciais são definidos como líquidos voláteis, refringentes, de odor característico, que se acumulam em certos tecidos no interior das células vegetais ou de reservatórios de essência, sob a epiderme dos pêlos das glândulas ou nos espaços intracelulares. São extraídos de plantas frescas ou secas mediante destilação por vapor de água, extração pura ou simples ou outras técnicas (por pressão, por absorção de gorduras ou por extração utilizando fluido supercrítico). São chamados óleos voláteis, etéreos ou essenciais, devido seus componentes químicos evaporarem quando expostos ao ar em temperatura ambiente (GUENTHER, 1972). A denominação de óleo essencial refere-se a um grupo de substâncias naturais aromatizantes, que são extraídas de diversos componentes de alguns vegetais, segundo processamento específico. São constituídos de numerosos compostos voláteis, com tensões de vapor elevadas, odoríferos, insolúveis em água, porém solúveis em álcool e em vários solventes imiscíveis na água (BRAGA, 1971). Os óleos essenciais são compostos por uma complexa mistura de componentes orgânicos voláteis, freqüentemente envolvendo de 50 a 100 ou até mais componentes isolados, apresentando grupos químicos como hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres (VITTI, 1999).

Os óleos essenciais provenientes do eucalipto ocorrem principalmente nas folhas, onde são produzidos em pequenas cavidades globulares, chamadas glândulas. Estas glândulas encontram-se distribuídas em todo o parênquima foliar da maioria das espécies de eucalipto. Em algumas espécies, estas glândulas podem ser visualizadas como pequenos pontos translúcidos quando a folha é observada contra a luz. A origem biossintética dos óleos essenciais de eucalipto relaciona-se com o seu metabolismo secundário, que não é considerado como fundamental para a manutenção da vida do organismo porém, confere às plantas a capacidade de adaptação às condições do meio em que vive. No caso dos eucaliptos,

especificamente, as referências são as de que a ocorrência do óleo essencial estaria relacionada com a defesa da planta contra insetos, resistência ao frio quando no estágio de plântulas, ao efeito alelopático e à redução da perda de água, resultados estes que dependem ainda da realização de estudos mais comprobatórios (DORAN, 1991) citado por VITTI & BRITO, (2003).

## **2.6 Classificação dos óleos essenciais**

O conhecimento sobre óleos essenciais de plantas data desde alguns séculos antes da era cristã. As referências históricas de obtenção e utilização desses óleos estão ligadas, originalmente, aos países orientais, com destaque para o Egito, Pérsia, Japão, China e Índia. A evolução de conhecimentos técnicos sobre óleos essenciais deu-se em meados do século XVIII, quando se iniciaram os estudos para suas caracterizações químicas. Atualmente é bastante grande o número de plantas conhecidas para a produção de óleos essenciais em bases econômicas. Tal ocorrência vai desde plantas rasteiras, como é o caso da hortelã, até plantas de porte arbóreo, como é o caso do eucalipto (VITTI & BRITO, 2003).

Entre as aproximadamente 600 espécies de eucaliptos descritas, pouco mais de 200 foram examinadas com relação à produção e ao teor de óleo essencial, e menos de 20 têm sido citadas como usadas na exploração comercial (PENFOLD & WILLIS, 1961; LASSAK, 1988 e DORAN, 1991). Os óleos essenciais de eucalipto estão divididos em três grupos básicos que correlacionam-se com seu uso final: óleos destinados a produtos medicinais; óleos industriais e óleos de perfumaria.

Os óleos medicinais são aqueles que apresentam, como componente principal, o cineol, em quantidade mínima de 70%, e são destinados à fabricação de produtos farmacêuticos, antissépticos, ou simplesmente como função de dar sabor e aroma a medicamentos. A principal espécie deste tipo de óleo no Brasil é o *E. globulus*. Os óleos industriais têm como componente principal o felandreno, que é usado como solvente e matéria prima na produção de desinfetantes e desodorizantes e a piperitona, a partir da qual é fabricado o timol (preservativo para gomas, pastas, colas, casacos de pele, etc.) e o mentol (usado como aromatizante de produtos medicinais). Já os óleos de perfumaria fazem parte da composição de

perfumes para diversos fins, desde a fabricação de cosméticos em geral até a aromatização de produtos de limpeza (VITTI, 1999).

Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentadas as principais espécies de eucaliptos para a produção de óleos essenciais, seus componentes principais e classificação conforme uso.

Tabela 1. Principais espécies de eucaliptos utilizadas para a produção de óleo essencial medicinal – rendimento em base de peso de folha fresca, classificação conforme seu uso e teor do componente principal

Espécies	Componente Principal		Rendimento
	Nome	Teor (%)	(%)
<i>E. camaldulensis</i>	Cineol	80-90	0,3 a 2,8
<i>E. cneorifolia</i>	Cineol	40-90	2,0
<i>E. dives</i> var. cineol	Cineol	60-75	3,0 a 6,0
<i>E. dumosa</i>	Cineol	33-70	1,0 a 2,0
<i>E. elaeophara</i>	Cineol	60 a 80	1,5 a 2,5
<i>E. globulus</i>	Cineol	60 a 85	0,7 a 2,4
<i>E. lecoxylon</i>	Cineol	65 a 75	0,8 a 2,5
<i>E. oleosa</i>	Cineol	45 a 52	1,0 a 2,1
<i>E. polybractea</i>	Cineol	60 a 93	0,7 a 5,0
<i>E. radiata</i> subesp. radiata var. cineol	Cineol	65 a 75	2,5 a 3,5
<i>E. sideroxylon</i>	Cineol	60 a 75	0,5 a 2,5
<i>E. smithii</i>	Cineol	70 a 80	1,0 a 2,2
<i>E. tereticornis</i>	Cineol	45	0,9 a 1,0
<i>E. viridis</i>	Cineol	70-80	1,0 a 1,5

**Fonte:** LASSAK (1988) e DORAN (1991)

Tabela 2. Principais espécies de eucaliptos utilizadas para a produção de óleo essencial industrial – rendimento em base de peso de folha fresca, classificação conforme seu uso e teor do componente principal

Espécies	Componente Principal		Rendimento
	Nome	Teor (%)	(%)
<i>E. dives</i> (var. felandreno)	Felandreno	60 a 80	1,5 a 5,0
<i>E. dives</i> (var. piperitona)	Piperitona	40 a 56	3,0 a 6,5
<i>E. elata</i> (var. piperitona)	Piperitona	40 a 55	2,5 a 5,0
<i>E. radiata</i> subesp. radiata var. felandreno	Felandreno	35 a 40	3,0 a 4,5

**Fonte:** LASSAK (1988) e DORAN (1991)

Tabela 3. Principais espécies de eucaliptos utilizadas para a produção de óleo essencial de perfumaria – rendimento em base de peso de folha fresca, classificação conforme seu uso e teor do componente principal

Espécies	Componente Principal		Rendimento
	Nome	Teor (%)	(%)
<i>C. citriodora</i> (var. citronelal)	Citronelal	65 a 80	0,5 a 2,0
<i>E. macarthurii</i>	Ác.de geranil	60 a 70	0,2 a 1,0
<i>E. staigerana</i>	Citral (a+b)	16 a 40	1,2 a 1,5

**Fonte:** LASSAK (1988) e DORAN (1991)

Os óleos essenciais podem ser classificados com base em diferentes critérios: consistência (viscosidade), origem e natureza química dos componentes majoritários (BRAGA, 2002).

De acordo com sua consistência, os óleos essenciais se classificam em essências fluidas, bálsamos e óleo-resinas. As essências fluidas são líquidos voláteis à temperatura ambiente. Os bálsamos são de consistência mais espessa, são pouco voláteis e propensos a sofrerem reações de polimerização, são exemplos



o bálsamo de copaíba e o bálsamo do Peru. As óleo-resinas, têm o aroma das plantas em forma concentrada e são tipicamente líquidos muito viscosos ou substâncias semi-sólidas (GUENTHER, 1972).

As principais análises recomendadas para os óleos essenciais de eucalipto são: densidade, rotação óptica, índice de refração, solubilidade em álcool etílico e teor do componente químico principal. Na Tabela 4 são apresentadas as especificações recomendadas pela *International Standard Organization* (ISO) para os óleos ricos em citronelal e os óleos ricos em cineol.

Tabela 4. Especificações para o óleo de *C. citriodora*

<b>Análises</b>	<b>ISO 3044-1974</b>
Densidade Relativa (20° C)	0,858 – 0,877
Índice de Refração (20° C)	1,4500 – 1,4590
Rotação óptica (20° C)	-2 a +4
Solubilidade em etanol 80 % v/v (20° C)	1 vol em 2 vol
Total de aldeído (citronelal)	Mínimo de 70%

**Fonte:** WARREN (1991)

Com relação aos métodos de amostragem, extração e análise do óleo, PENFOLD & WILLIS (1961) citados por VITTI & BRITO (2003) relatam alguns cuidados que devem ser tomados com relação a determinação do rendimento e qualidade do óleo. Em primeiro lugar os autores citam os métodos de amostragem, nos quais os principais critérios são a aleatorização da amostra, a consideração do tipo e idade da folha, a composição da amostra. Em seguida, considera-se os problemas de armazenamento, onde são citadas as mudanças de rendimento e composição do óleo devido a umidade e aquecimento da amostra. Os autores recomendam ainda, testar os aparelhos e as técnicas de destilação previamente à realização do trabalho, minimizando desta maneira, a ocorrência de erros grosseiros. Finalmente, recomenda-se que a análise do óleo seja feita por técnicos experientes.

## 2.7 Óleo essencial de *C. citriodora*

O *C. citriodora* é uma espécie florestal muito utilizada no Brasil, sobretudo em função das suas satisfatórias características silviculturais e tecnológicas como a boa adaptação da espécie às diferentes regiões brasileiras, a alta densidade básica da madeira, o bom incremento volumétrico, a boa forma e capacidade de brotação, também destaca-se como produtora de óleo essencial, encontrado principalmente nas folhas, cujo principal componente é o citronelal (XAVIER, 1993; VITTI & BRITO, 1999; BOLAND et al., 1991 e ANDRADE & GOMES, 2000).

Segundo BRAGA (1971), a exploração das folhas do *E. citriodora* para produção de óleo essencial é realizada no Brasil desde a II Guerra Mundial, quando após a diminuição das importações de óleo de citronela, os consumidores nacionais optaram pela utilização de óleos desta espécie e *E. globulus*. Ainda, mais tarde, com a implantação dos incentivos fiscais, houve uma ampliação das plantações de eucalipto e, dessa forma, um aumento da produção de óleo essencial, principalmente de *C. citriodora*, que era a espécie mais cultivada. O óleo obtido dessa espécie tem um alto teor de citronelal, muito utilizado nas indústrias de perfumaria. A qualidade do óleo é medida em função da quantidade desse componente, o teor mínimo de citronelal contido no óleo exigido pelo mercado é de 70%. VITTI (1999), em trabalho de avaliação de crescimento e rendimento e qualidade do óleo essencial de procedências de *C. citriodora*, encontrou em média um teor de citronelal de 85,37%, sendo que o grupo com procedências do norte da Austrália apresentou média de 86,77%, enquanto que o grupo do sul da Austrália teve média igual a 84,93%.

### **2.7.1 Manejo do *C. citriodora* para a produção de óleo essencial**

Além das práticas normais de manejo dispensadas à cultura do eucalipto, infra-estrutura, locação de estradas e carregadores, preparo de solo, plantio, replantio, capinas de manutenção, combate a formigas e cupins, para fins de extração de óleo essencial, o espaçamento de plantio é um fator importante que deve ser levado em consideração. Ele afeta diretamente a insolação e o arejamento, além de detalhes relacionados às colheitas das folhas (VITTI, 1999).

A densidade de plantio costuma ser utilizada com 1666 árvores/ha. Nas áreas cultivadas para a produção de óleo já foram observados os seguintes espaçamentos de plantio: 1 m x 1 m, 1,5 m x 1,5 m, 2 m x 1 m, 3 m x 0,75 m, 3,30 m x 0,75m, 3 m x 1 m e 3 m x 1,5 m. O sistema de manejo tradicionalmente utilizado nos plantios destinados à produção de óleo é o de talhadia, que consiste no corte raso da planta e condução da brotação das cepas (GALANTI, 1987). Segundo REIS & REIS (1997) as florestas manejadas por talhadia têm maior taxa de crescimento do que aquelas formadas por mudas, uma vez que já possuem um sistema radicular pré-estabelecido, que facilita absorção de água e nutrientes. O vigor dos brotos é muito afetado pela competição por fatores ambientais e espaço. Em espaçamentos mais densos ocorre maior competição por água, luz, nutrientes, e conseqüentemente uma redução na quantidade de reservas disponíveis para a brotação.

A exploração das árvores para coleta das folhas pode ser iniciada a partir do primeiro ano de vida do povoamento, constituindo numa desrama dos ramos tenros de até 2,5 cm de diâmetro, até uma altura de 1,2 m, deixando-se apenas uma pequena copa, de aproximadamente 1/3 da copa já existente, para continuar em desenvolvimento. As coletas são anuais ou então usa-se um ciclo de 8 meses e são repetidas até o terceiro e quarto anos ou até que as árvores se tornem muito altas, próximas de 15 m, inviabilizando a coleta das folhas. No ano seguinte são então cortadas rente ao solo e as folhas são coletadas na totalidade das copas, nessa ocasião, a produção de folhas aumenta em 15 %. A madeira também é coletada e aproveitada como lenha. Os brotos são conduzidos durante os 8 primeiros meses que será feita a primeira coleta mais a desbrota, deixando dois brotos por cepa, e aos dois anos da brotação faz-se outra coleta e a segunda desbrota, deixando

apenas um broto por touça. Existem dados da Destilaria Três Barras onde esse tipo de exploração pode alcançar até 25 anos, quando a produtividade passa a não ser mais compensatória (GIANPAOLA, 1993).

Considerando-se a produção média anual de 3 quilogramas de folhas por planta em um espaçamento de 3 m x 1 m, tem-se uma produção estimada em 10 toneladas de folhas / ha / ano (GALANTI, 1987 e VITTI, 1999).

SILVEIRA et al. (2000), relatam que a ausência de boro reduziu drasticamente o crescimento de plantas de *C. citriodora*, além de proporcionar menor concentração de cálcio nas folhas. MAFFEIS et al. (2000), corroboraram que a omissão de N, Ca, Mg, S, e B reduziu o crescimento em altura das plantas, enquanto que a omissão de N afetou o crescimento em diâmetro. A ausência de N e B comprometeram a produção de folhas resultando numa menor produtividade de óleo por planta. Independente dos tratamentos, o teor de citronelal sofreu influência da concentração de K, relação K/Ca e K/Mg nas folhas. Na ausência de K e B o teor de citronelal no óleo não atingiu valores superiores a 70%.

## **2.8 Parâmetros genéticos**

A genética de um caráter métrico centraliza-se em torno do estudo de sua variação, tendo como princípio básico o seu parcelamento em componentes atribuídos a diferentes causas. Os componentes nos quais a variância é parcelada são: a variância genotípica e a variância ocasionada pelo meio ambiente, sendo a soma desses componentes isolados a variância total, aquela que expressa a variabilidade fenotípica ou a dos valores fenotípicos mensuráveis (FALCONER, 1987).

As estimativas dos parâmetros genéticos se prestam para: a) obter informações sobre o tipo de ação dos genes em caracteres quantitativos, b) orientar sobre o esquema mais adequado de seleção a ser adotado e c). estimar o progresso esperado na seleção (VENCOVSKY, 1969).

Segundo ROBINSON & COCKERHAM (1965), citados por KAGEYAMA, (1980), os parâmetros genéticos que interessam ao melhorista e que são freqüentemente visados aos estudos envolvendo progênies se referem às variâncias

genéticas em seus componentes aditivos e não aditivos, ao coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido amplo como restrito, às interações dos efeitos genéticos e ambientais e, finalmente, às correlações genéticas entre caracteres.

Segundo colocam SHELBOURNE & CROCKREN (1969) e KEIDING (1974), citados por KAGEYAMA, (1980), os principais testes de progênies utilizados em programas de melhoramento florestal poderiam ser assim relacionados:

- a) estimar a capacidade geral de combinação de clones com objetivo de ordená-los e re-selecionar os melhores;
- b) estimar a capacidade específica de combinação e identificar cruzamentos particulares entre dois pais que mostrem alta especificidade nos cruzamentos;
- c) estimar os parâmetros genéticos tais como variâncias aditivas e dominantes, coeficientes de herdabilidade, correlações genéticas etc.;
- d) prover uma fonte de material genético para futuras seleções;
- e) prever os ganhos a serem obtidos.

Dentre os esquemas para geração de progênies mais utilizados em espécies florestais podem-se citar: teste de progênie clonal, progênies de polinização aberta, progênies obtidas por policruzamentos, delineamento I da Carolina do Norte, delineamento de testadores (delineamento II da Carolina do Norte), delineamento de cruzamentos dialélicos (KAGEYAMA, 1980).

Conforme citado por diversos autores (HELLYER et al., 1969; PENFOLD & WILLS, 1961; MAWNGI et al., 1985; BOLAND et al., 1991; dentre outros), a existência de variações quantitativas e qualitativas entre indivíduos, na produção de óleo essencial, é de grande interesse para o melhorista, sendo o conhecimento de suas magnitudes fundamental para que se possam avaliar a viabilidade e êxito de programas de melhoramento XAVIER (1993).

### 2.8.1 Estudos relacionados ao melhoramento genético nos eucaliptos

A maioria dos trabalhos realizados com *C. citriodora* no Brasil mostra que no início os estudos eram desenvolvidos visando à adaptação, crescimento e produção de madeira destinada basicamente às indústrias consumidoras de carvão vegetal. Contudo, no decorrer do tempo, as pesquisas começaram a abordar também a produção de florestas para a obtenção de outros produtos, como madeira para serraria, energia e a exploração de folhas para a extração de óleo essencial (VITTI, 1999).

A variabilidade genética, de forma geral, é considerada um instrumento valioso para a realização de trabalhos de melhoramento, visando ao incremento na produção de óleo e o aumento da quantidade do componente químico desejado. Ela tem sido um fator bastante estudado e, talvez, o que apresenta o maior número de referências de resultados, em se tratando de óleos essenciais de eucalipto. Alguns estudos fazem referências de ganhos significativos na produção de óleo em determinadas espécies (VITTI, 1999).

Em trabalho realizado por FERREIRA et al. (1993), os autores concluíram que o *C. citriodora* é uma espécie com alto potencial para diversas áreas ecológicas brasileiras e que as populações da região norte de Queensland 16°S a 18°S são de grande interesse para futuras seleções, pois se trata de um material genético de zonas mais interiores da Austrália, adaptada aos climas com deficiência hídrica mais acentuada.

Em ensaios de procedências da região norte e sul da zona de ocorrência natural de *C. citriodora*, instalado em Pedra Corrida e Ponte Queimada no Vale do Rio Doce, e em Itamarandiba no Vale do Jequitinhonha - MG, ASSIS et al. (1983), relatam que as procedências norte estado de Queensland, entre 17° e 19°30' S, nos primeiros cinco anos se distinguiram, mas foram medíocres e iguais entre si aos 5 anos de idade. As procedências da região sul do estado de Queensland de 22° a 25°S, apresentaram maior variabilidade genética e melhor adaptação às condições do local, onde o ensaio foi instalado. Tal fato se creditou a maior amplitude de ocorrência, possibilitando maior variabilidade natural. A melhor procedência foi a de

S. Maryborough, seguida de Calpowar, latitude 25°07' S e 24°40'S, respectivamente. A pior procedência foi a de Fairviewstation, latitude 24°21'S. Não foi observado o efeito da altitude e latitude sobre as procedências para os locais testados. Dessa forma, foi demonstrada a importância da realização de um acompanhamento dos ensaios de procedências, pois podem apresentar comportamentos distintos com a idade. Também deve-se considerar que, dentro de uma mesma região de ocorrência pode haver variações que devem ser estudadas no sentido de selecionar materiais com maior capacidade de produção e explorar a variabilidade, em espaço curto de tempo, através da recombinação dos materiais.

### **2.8.2 Trabalhos de melhoramento genético com óleo essencial**

DONALÍSIO, (1986), citado por XAVIER (1993), relata que trabalhos de melhoramento com *C. citriodora*, realizados a partir de matrizes localizadas no Horto Florestal “Navarro de Andrade”, em Rio Claro – SP, permitiram a obtenção de 40 progênies selecionadas para a produção de óleo essencial. Essas progênies selecionadas apresentaram médias de rendimento em óleo essencial entre 2,0% e 2,5%, enquanto progênies não selecionadas apresentavam rendimentos na ordem de 1,0% a 1,5% na produção desse óleo, com base no peso fresco do material vegetal.

Em sua avaliação do teor de óleo essencial em folhas de *C. citriodora*, em função da idade do povoamento florestal, da época de colheita, da trituração e grau de maturação das folhas, ANDRADE & GOMES (2000), observaram que os maiores rendimentos em óleo essencial são obtidos a partir da utilização de folhas maduras de *C. citriodora*, sendo que as folhas maduras coletadas no verão, proporcionam rendimentos em óleo essencial menores que as folhas maduras coletadas no outono. Observaram, ainda que, sem considerar a origem do material genético, a idade dos povoamentos florestais não interfere, de maneira significativa, na produção de óleo essencial pelas folhas de *C. citriodora*.

BARTON et al. (1991), em trabalho com *E. kochii*, encontraram herdabilidade em nível de progênies de 0,83, para a produção de 1,8 – cineol, com base em progênies com 2,5 anos de idade, afirmando que o caráter óleo essencial em

*Eucalyptus* aparentemente possui altos níveis de controle genético, observou ainda que, em populações naturais da espécie, o rendimento em óleo era de 2%, enquanto que na população melhorada, o valor saltou para 2,8%, ou seja, 8 kg de óleo a mais por tonelada de folha destilada.

Em revisão realizada sobre o tema, DORAN (1991), citado por VITTI & BRITO, (2003), relata que existe uma maior relação com a variação genética no rendimento de óleo essencial quando comparada à composição química do óleo. Assim seria mais fácil trabalhar, geneticamente, no sentido do aumento da quantidade de óleo presente nas folhas do que na tentativa de se obter um maior teor do componente químico desejado no óleo. Esta afirmação, no entanto, deve ser analisada, com bastante cautela, sobretudo, no sentido de não haver a interpretação florestal de que a qualidade do óleo não deva ser considerada nos trabalhos de melhoramento. Tal avaliação é sempre necessária para a garantida seleção de um óleo com propriedades cada vez mais adequadas ao uso final (VITTI & BRITO, 2003).

DORAN & BROPHY (1990), citado por VITTI & BRITO (2003), estudando procedências tropicais de *E. camaldulensis* Dehnh. e *E. tereticornis* Smith em seu ambiente natural, na Austrália, e em teste de progênie em Zimbábue, observaram que existe uma substancial variação inter e intra específica no rendimento de óleo de *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* no norte da Austrália. Houve também variação qualitativa em função dos altos níveis de  $\alpha$ -felandreno em algumas populações e relativa ausência em outras. Outra observação feita pelo autor foi a de que algumas árvores amostradas individualmente indicam produzir óleo de mais alta qualidade do que a média das árvores da população, existindo portanto, um potencial de melhoramento genético para qualidade do óleo nessas espécies.

BOLAND (1991), mostra em uma revisão, que dentro de algumas populações, plantas morfologicamente semelhantes, apresentam óleo essencial com composição química distinta, relata que ocorre maior variação com relação ao rendimento de óleo essencial que nos teores de seus componentes.



## 2.9 Óleos essenciais de *C. citriodora*: avaliações econômicas

O rendimento do óleo essencial pode estar relacionado às condições de solo, clima, época da colheita, idade da planta, teor de umidade da matéria-prima, método de destilação, procedência da planta (GALANTI, 1987), citado por BRAGA et al. (2001). Em termos médios, no Brasil, o plantio de *C. citriodora*, destinado à extração de óleo essencial apresenta rendimentos variando de 1,2% a 1,4%. Já o teor de citronelal no óleo essencial, de *C. citriodora* varia de 65% a 80 %. Em termos de mercado, é exigido um teor mínimo de 70% de citronelal nos óleos destinados à exportação. No Brasil, os óleos para exportação contêm cerca de 75% a 80% de citronelal (BRAGA et al., 2001)

A produção nacional deste óleo, em 1995, foi estimada em 1000 toneladas anuais, sendo que 90% desta quantia era destinada à exportação, mostrando que o Brasil tem uma grande participação no mercado mundial desse produto, e que no início dos anos 90 era estimado em 5000 t/ano (COPPEN & HONE, 1992; SILVEIRA & BRITO, 1995), citado por VITTI & BRITO, 1999.

Segundo VITTI & BRITO (2003), dos óleos de eucalipto utilizados em perfumaria, o *C. citriodora* é produzido em escala muito maior que o óleo extraído do *E. staigeriana*. A China detém o domínio da produção e comercialização de óleo de *C. citriodora*. Sua produção em 1991, foi estimada em 1000 toneladas, quantia que representava 2/3 da produção mundial desse tipo de óleo. Ressaltam ainda que, o óleo produzido no Brasil e Índia foi estimado em 500 e 50 toneladas respectivamente.

Os principais consumidores de óleo essencial são países da Comunidade Européia, sendo a França, Alemanha e a Inglaterra os maiores mercados. Em 1990, estes países importaram a quantia de 1840 toneladas de óleo de eucalipto. Os Estados Unidos são também considerados grandes consumidores, tendo importado no ano de 1990 cerca de 378 toneladas de óleo essencial de *C. citriodora*. No início de 1994 era oferecido pelos revendedores em Londres a US\$ 3,35/kg, enquanto que atualmente parece haver uma recuperação internacional nos preços de óleo,

especialmente o do *C. citriodora*, que tem atingido US\$ 6,00/kg (VITTI & BRITO, 2003).

De acordo com Cury<sup>1</sup>, para 2004, estima-se uma produção nacional de 1200 t de óleo essencial de *C. citriodora*. A produção mundial nos últimos 5 anos, desse óleo, foi da ordem de 5000 t, sendo o Brasil o maior produtor mundial, seguido pela China. O mercado deste óleo movimenta em torno de US\$ 8.000.000,00 por ano, gerando mais de 3000 empregos direto. O mercado mundial se concentra em países como: Brasil, Estados Unidos, Espanha, Inglaterra, Alemanha, Suíça, França, dentre outros.

Em 2002, o Brasil exportou 335,29 kg de óleo essencial de *C. citriodora*, gerando uma receita de US\$ 1.813,50, em 2003 a quantidade exportada foi de 375,90 kg de óleo, com receita de US\$ 2.087,35 (Sistema ALICE).

<sup>1</sup>Cury, F.S. Comunicação pessoal, 2004.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 MATERIAL**

#### **3.1.1 Origem do material genético**

As sementes, originárias encaminhadas ao Brasil, foram coletadas pelo Dr. David Kleinig - Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation (CSIRO), no período de 23/05 a 08/11/1977 na região de Atherton - QLD - Austrália. Foram amostradas 30 árvores, em locais de coleta que se concentravam nas latitudes 17° 00'S a 17° 43'S, longitudes 145° 05'W a 145° 35'W e altitudes de 600 m a 920 m. A tabela 5 apresenta mais detalhes sobre a coleta de sementes na Austrália, que foram então usadas para a implantação da População Base A74T20 da Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi (E. E. C. F. A.).

A população em Anhembi foi implantada em 05/1980, compreendendo o material das 30 matrizes australianas, no delineamento "One tree plot", 30 repetições e bordadura simples ao redor do experimento. O objetivo do delineamento foi proporcionar maior probabilidade de recombinação gênica entre as matrizes. A população foi manejada para a formação de uma Área de Produção de Sementes (APS). Foi sobre essa APS que se conduziu nova coleta de sementes para a instalação do experimento alvo do presente estudo.

No período da coleta das sementes, a APS estava com a densidade equivalente a 260 árvores/ha, em função de desbastes seletivos que havia até então sido efetuados, para preservar-se os indivíduos com melhor forma e maior volume. Antes da coleta das sementes das matrizes foi feita uma verificação no local para constatar a representatividade dos indivíduos colhidos na Austrália. Essa avaliação

mostrou a representação de todos os indivíduos introduzidos para a formação da População Base.

Tabela 5. Caracterização das matrizes colhidas na região de Atherton – QLD - Austrália

<b>Data da colheita</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Diâmetro (cm)</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>	<b>Altitude (m)</b>
23-09-77	12	18	17°23´	145°24´	920
23-09-77	9	18	17°24´	145°22´	880
23-09-77	20	28	17°23´	145°18´	800
24-09-77	12	18	17°22´	145°19´	860
24-09-77	17	27	17°25´	145°14´	760
24-09-77	11	10/13	17°23´	145°11´	740
24-09-77	14	13-08-18	17°23´	145°11´	740
26-09-77	17	33	17°30´	145°17´	700
03-10-77	14	23-18	17°22´	145°11´	740
03-10-77	17	28	17°22´	145°11´	740
03-10-77	18	25	17°22´	145°11´	740
03-10-77	19	23	17°22´	145°11´	740
03-10-77	12	18	17°22´	145°11´	740
03-10-77	15	23	17°22´	145°11´	740
03-10-77	15	25	17°22´	145°12´	740
03-10-77	15	20	17°22´	145°12´	740
03-10-77	12	18	17°22´	145°12´	740
03-10-77	17	33	17°22´	145°13´	740
05-11-77	11	20	17°01´	145°35´	760
05-11-77	09	18	17°01´	145°35´	700
05-11-77	09	18	17°01´	145°35´	700
05-11-77	11	15-13	17°01´	145°35´	700
05-11-77	11	18	17°01´	145°35´	700

Tabela 5. Caracterização das matrizes colhidas na região de Atherton – QLD - Austrália

Data da colheita	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
08-11-77	06	15	17°00´	145°18´	600
22-11-77	14	25	17°43´	145°05´	660
23-05-77	06	11	17°23´	145°23´	900
24-05-77	20	36	17°23´	145°19´	860
23-05-77	14	23	17°23´	145°19´	850
23-05-77	15	30-10	17°23´	145°19´	860
23-05-77	21	36	17°23´	145°19´	800

Para instalação do experimento do presente trabalho, das árvores existentes na População Base, 45 foram fenotipicamente selecionadas, tendo como base a maior produção de sementes, a melhor forma e o maior vigor das árvores.

### 3.1.2 Caracterização do experimento e do local da experimentação

O estudo foi desenvolvido na forma de um Teste de Progênes, de meios irmãos, experimento F191T32, implantado em 13/02/2003, (figura A) na E. E. C. F. A, pertence à Universidade de São Paulo (USP), que está sob a administração do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ).

A Estação se localiza no município de Anhembi - SP, latitude 22° 43' S e longitude 48° 09' W, altitude de 500 m. A temperatura média anual é de 21, 0° C, sendo a média do mês mais frio de 17,1° C, e a do mês mais quente 23, 7° C. A precipitação média anual é de 1.350 mm com déficit hídrico anual de 20 mm. Clima caracterizado como Cwa (mesotérmico) segundo Koppen, com verões quentes e chuvosos, invernos moderadamente frios e secos e a ocorrência de geadas é rara. Relevo plano à suave ondulado com solo Latossolo Vermelho – Amarelo distrófico textura média (EMBRAPA, 1999).

## **3.2 MÉTODOS**

### **3.2.1 Produção das mudas e plantio**

As mudas foram produzidas na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga (E. E. C. F. I.) no município de Itatinga – SP, também pertencente a ESALQ/USP, no período de 20/09/02 a 10/02/2003, em tubetes de polipropileno de 50 cm<sup>3</sup>.

O plantio no campo foi realizado em 13/02/2003, no espaçamento de 3 m x 2 m. O preparo de solo foi feito na forma de plantio direto. Aplicou-se o herbicida glifosato com 2 litros/ha, na área total do experimento. Adubação foi executada somente no plantio, diretamente no sulco, com super fosfato triplo contendo 45% total de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na dosagem de 110 kg/ha, ou seja, 66 g por planta.

### **3.2.2 Delineamento**

O delineamento utilizado no plantio foi o de blocos completos casualizados, com 45 tratamentos (progênies), 3 repetições e parcelas lineares de 10 plantas, com bordadura dupla ao redor do experimento.

### **3.2.3 Caracteres morfológicos**

As avaliações dos caracteres morfológicos foram efetuadas tanto nas 45 matrizes, como nas suas progênies. Essas avaliações serviram de base para formação de tipos morfológicos, que foram analisados em função dos grupos constituídos a partir do ranqueamento das progênies.

### 3.2.3.1 Caracteres avaliados nas matrizes

Nas 45 matrizes selecionadas foram avaliados caracteres morfológicos nas sementes e frutos, tais como:

a) Sementes: após a colheita, os frutos foram expostos diretamente ao sol, por um período de 4 dias, para secagem natural e liberação das sementes. As mesmas foram beneficiadas com a retirada de impurezas e material inerte. Após a limpeza foi feita uma amostragem, aleatória de 100 sementes por matriz e pesadas em balança analítica. Em geral, as sementes dos gêneros *Corymbia* e *Eucalyptus* são avaliadas pelo tamanho, mas como o *C. citriodora* possui sementes de formato irregular, considerou-se que isto poderia afetar a precisão dos resultados. Foi por tal fato que se lançou a idéia da avaliação do peso médio das sementes e não da sua forma;

b) Frutos: após a liberação das sementes, cinco frutos por matriz foram separados, aleatoriamente, para serem medidos com paquímetro no seu diâmetro e no seu comprimento.

### 3.2.3.2 Caracteres avaliados nas progênies

As avaliações nas progênies tiveram início já na fase de mudas, com idade de aproximadamente 3 meses, em condições de viveiro. As mudas foram avaliadas quanto à pilosidade, lignotubérculo e folhas.

a) Pilosidade: foi avaliada quanto à intensidade de ocorrência no ápice, folhas e caulículo e classificada como baixa, média e alta;

b) Lignotubérculo: avaliada quanto à sua presença ou ausência na mudas;

c) Folha: foram avaliados o comprimento e a largura.

As avaliações de campo foram efetuadas aos 11 meses, pós-plantio, com o objetivo de se reproduzir o manejo adotado nos plantios comerciais de *C. citriodora*,

na produção de óleo essencial,. Todas as plantas foram avaliadas, individualmente, com relação aos seguintes caracteres:

i) Sobrevivência (%): obtida por parcela, através do número de plantas vivas presentes.

ii) Altura da planta (m): avaliada com régua graduada, colocada ao lado da árvore.

iii) Produção de folhas (kg): consistiu na coleta total das folhas, com derricha manual, sem os ramos (Figura B). As folhas foram transportadas em sacos de estopa, com a pesagem feita no máximo 2 horas após a colheita.

iv) Avaliação do rendimento em óleo essencial (%): procedeu-se a hidrodestilação de 0,150 kg de folha em cada árvore (Figura C e D), durante 50 minutos. O óleo foi quantificado após o final da fervura, retirado do separador e acondicionado em recipientes de vidro âmbar. A cada hidrodestilação toda a vidraria era limpa com álcool 92° GL e água corrente.

v) Teor de citronelal no óleo essencial (%): de uma amostra composta de óleo de todas as plantas da parcela, fez-se a análise em um cromatógrafo a gás, marca HP 5890 série II, com coluna capilar HP-20M (Carbowax 20 M) de 50 m de comprimento. O aquecimento foi de 6° C/minuto, iniciando em 75° C e finalizando aos 210° C. O Injetor foi programado para a temperatura de 220° C e o detetor para 240° C. O gás de arraste, hélio, foi injetado num fluxo de 1 ml/minuto. O volume de óleo utilizado para a análise cromatográfica foi de 0,5 microlitro. A amostra composta de óleo essencial de cada progênie, retirada de todas as plantas da parcela foi analisada conservando-se as repetições.

A hidrodestilação foi realizada na E. E. C. F. de Anhembi e a avaliação do teor de citronelal no óleo essencial foi realizada no Laboratório de Química, Celulose e Energia – LQCE, do Departamento de Ciências Florestais – LCF, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP.



**1****2****3****4**

FIGURAS - Vista geral da plantação **1**, derrça manual de folhas **2**, hidrodestilação do óleo essencial **3** e **4**

### 3.2.4 Análise estatística

Para as análises estatísticas foram utilizados os programas SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM) versão 6.12, SELEGEN – REML/BLUP e Genes.

#### 3.2.4.1 Estimativas de parâmetros genéticos

As estimativas dos parâmetros genéticos dos caracteres altura da planta, produção de folhas e rendimento de óleo essencial foram feitas pelo modelo 1 e o caráter teor de citronelal no óleo essencial foi feita pelo modelo 19 do método REML/BLUP, RESENDE (2002), utilizando o programa SELEGEN, RESENDE (2002).

O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = m + r_j + p_i + e_{ij}$$

Para  $i = 1, 2 \dots p;$   
 $j = 1, 2, \dots, r;$

Sendo:

m      média geral;  
 $r_i$     efeito do i-ésimo bloco na variável dependente;  
 $p_j$     efeito da j-ésimo progênie na variável dependente;  
 $e_{ij}$     erro experimental

O esquema da análise de variância para as variáveis: altura da planta, produção de folhas e rendimento de óleo essencial é apresentado na tabela 6. Já para os caracteres sobrevivência e teor de citronelal no óleo essencial foi utilizado o esquema apresentado na Tabela 7.

Tabela 6. Esquema da análise de variância utilizado nos caractere: altura da planta, produção de folhas e rendimento de óleo essencial

Fonte de variação	G. L.	Q. M.	E (Q. M.)	F
Blocos	$r - 1$	$Q_1$	$\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + np \sigma_b^2$	$Q_1/Q_2$
Progênes	$p - 1$	$Q_2$	$\sigma_d^2 + n \sigma_e^2 + nr \sigma_p^2$	$Q_2/Q_3$
Erro	$(p-1)(r - 1)$	$Q_3$	$\sigma_d^2 + n \sigma_e^2$	-----
Variância dentro	$(n - 1) pr$	$Q_4$	$\sigma_d^2$	-----

Número de repetições (r); número de progênes (p); número de plantas por parcela (n); variância dentro de parcela ( $\sigma_d^2$ ); variância do erro entre parcela ( $\sigma_e^2$ ); variância entre progênes ( $\sigma_p^2$ ); variância entre bloco ( $\sigma_b^2$ ); grau de liberdade (GL); quadrado médio (QM); esperança do quadrado médio E(QM); Teste F (F).

A tabela 7 demonstra o esquema de análise de variância para as variáveis: sobrevivência e teor de citronelal no óleo essencial.

Tabela 7. Esquema da análise de variância utilizado na análise dos caracteres sobrevivência e teor de citronelal no óleo essencial

Fonte de variação	G. L.	Q. M.	E (Q. M.)	F
Blocos	$r - 1$	$Q_1$	$\sigma^2 + p \sigma_b^2$	$Q_1/Q_3$
Progênes	$p - 1$	$Q_2$	$\sigma^2 + r \sigma_p^2$	$Q_2/Q_3$
Erro	$(p-1)(r - 1)$	$Q_3$	$\sigma^2$	-----

Número de repetições (r); número de progênes (p); variância do erro entre parcela ( $\sigma^2$ ); variância entre progênes ( $\sigma_p^2$ ); variância entre bloco ( $\sigma_b^2$ ); grau de liberdade (GL); quadrado médio (QM); esperança do quadrado médio E(QM); Teste F (F).

### 3.2.4.2 Ranqueamento

Foi feito um ranqueamento das progênies utilizando os caracteres: produção de folhas, rendimento do óleo e teor de citronelal no óleo essencial. Para tanto, utilizou-se o índice proposto por MULAMBA & MOCK, (1978), e detalhado por CRUZ & REGAZZI, (1994).

Esse índice consiste em classificar as progênies em relação a cada um dos caracteres em ordem favorável ao melhoramento. Uma vez classificados, são somadas as ordens de cada progênie referente a cada caráter, resultando em uma média adicional tomada como índice de seleção. Para fazer o ranqueamento foi usado o programa Genes, versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística, conforme CRUZ, (2001).

O ranqueamento das progênies foi base para estabelecimento de 3 grupos, cada um composto por 15 progênies. O grupo 1 foi formado pelas 15 progênies superiores, o grupo 2 pelas 15 progênies intermediárias e o grupo 3 pelas 15 progênies inferiores.

Com o estabelecimento dos grupos foi feita a análise de variância em classificação hierárquica, segundo o esquema apresentado na tabela 8. Essas análises de variância foram feitas no programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM) versão 6.12, procedimento GLM.

Tabela 8. Esquema de análise de variância em classificação hierárquica

<b>Fonte de variação</b>	<b>G. L.</b>	<b>Q. M.</b>	<b>F</b>
Grupos (G)	G – 1	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> /Q <sub>2</sub>
Progênies/(G)	(p – 1) g	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub> /Q <sub>3</sub>
Erro	(r-1) g p	Q <sub>3</sub>	-----

Número de grupos (G); número de progênies (p); número de repetições (r); grau de liberdade (GL); quadrado médio (QM); Teste F (F).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracteres silviculturais e de produção de óleo

Os resultados da análise de variância entre progênes para os caracteres altura da planta, sobrevivência, produção de folhas, rendimento de óleo e seu teor de citronelal são apresentados na tabela 9.

Tabela 9. Análise de variância dos caracteres silviculturais e de produção de óleo

<b>Caracteres</b>	<b>Média</b>	<b>C. V. (%)</b>	<b>F (prog)</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Sobrevivência (%)	67,1	18,0	0,96	0,5430
Altura da planta (m)	3,9	9,8	0,75	0,8523
Produção de folhas (kg)	2,2	27,1	1,07	0,3904
Rendimento de óleo (%)	1,6	13,0	1,06	0,4035
Teor de citronelal no óleo (%)	85,9	1,7	1,11	0,3356

#### 4.1.1 Sobrevivência

Os resultados médios por repetição e a média geral da progênie, para a sobrevivência, são apresentados na tabela 10. A figura 5 ilustra os resultados para a média da progênie.

Tabela 10. Médias das repetições e média geral da progênie para o caráter sobrevivência (valores em porcentagem)

<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>	<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>
<b>1</b>	80	70	90	80	<b>24</b>	50	70	20	47
<b>2</b>	90	60	40	63	<b>25</b>	100	40	30	57
<b>3</b>	90	40	70	67	<b>26</b>	70	80	70	73
<b>4</b>	80	90	80	83	<b>27</b>	80	80	80	80
<b>5</b>	40	80	60	60	<b>28</b>	90	70	30	63
<b>6</b>	80	70	100	83	<b>29</b>	90	30	100	73
<b>7</b>	80	80	80	80	<b>30</b>	50	60	80	63
<b>8</b>	70	80	90	80	<b>31</b>	90	30	50	57
<b>9</b>	90	90	60	80	<b>32</b>	50	70	40	53
<b>10</b>	80	70	60	70	<b>33</b>	40	70	90	67
<b>11</b>	60	90	20	57	<b>34</b>	60	20	80	53
<b>12</b>	100	50	50	67	<b>35</b>	90	40	40	57
<b>13</b>	90	70	90	83	<b>36</b>	40	90	50	60
<b>14</b>	70	50	70	63	<b>37</b>	50	80	80	70
<b>15</b>	70	40	90	67	<b>38</b>	70	60	40	57
<b>16</b>	60	90	90	80	<b>39</b>	50	100	100	83
<b>17</b>	70	20	60	50	<b>40</b>	30	60	30	40
<b>18</b>	50	60	80	63	<b>41</b>	50	40	60	50
<b>19</b>	60	60	90	70	<b>42</b>	80	100	90	90
<b>20</b>	90	90	100	93	<b>43</b>	70	90	60	73
<b>21</b>	50	80	70	67	<b>44</b>	90	20	50	53
<b>22</b>	80	90	60	77	<b>45</b>	30	40	90	53
<b>23</b>	70	30	70	57					

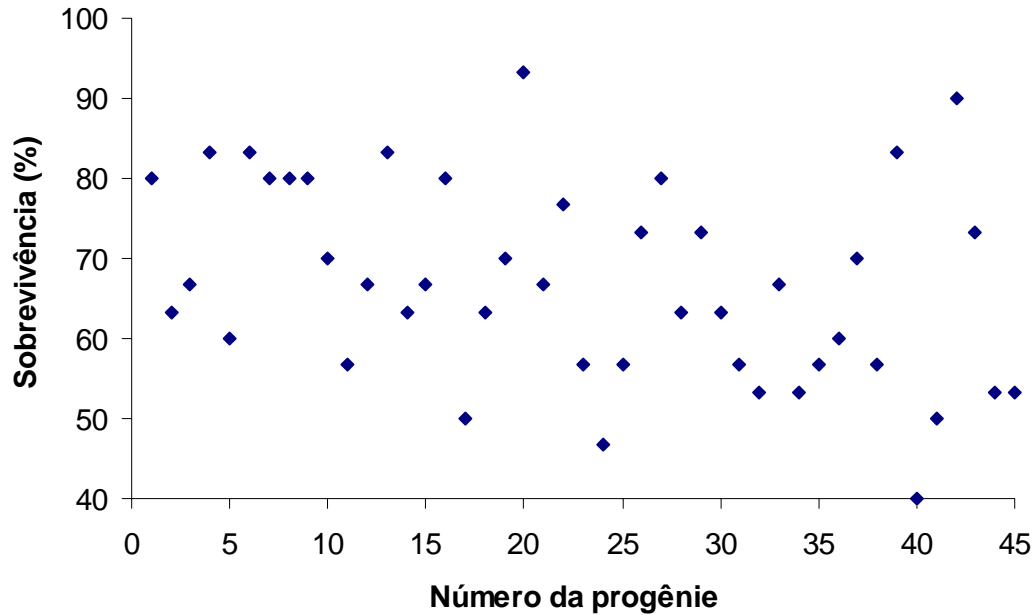


Figura 5 - Sobrevivência média das progênies aos 11 meses de idade

A sobrevivência é usada para indicar a adaptação da espécie e/ou procedência a determinado local ou a diferentes regimes de manejo (VITTI, 1999).

Uma sobrevivência média de 67% em talhões comerciais de *C. citriodora* é considerada muito baixa. No caso específico, o alto índice observado foi influenciado diretamente pelo ataque de cupins de solo nas mudas recém-plantadas, conforme foi observado durante o acompanhamento do experimento. Convém mencionar que ANDRADE, (1991), cita que a porcentagem de sobrevivência é um caráter sujeito à influências do ambiente, como exemplo um ataque localizado de formigas e outras pragas, determinando um valor menor do que normalmente poderia ser obtido.

É importante considerar que apesar do baixo valor geral para a sobrevivência, não ocorreram diferenças estatísticas significantes entre progênies e repetições para tal caráter. Os 33% de mortalidade das plantas ocorreram, portanto, de forma aleatória, não interferindo na análise dos outros caracteres. O coeficiente de variação foi de 18%, pode ser considerado médio, tendo como referência GARCIA, (1989).

#### 4.1.2 Altura da planta

Conforme os resultados da análise de variância apresentados na tabela 9, o coeficiente de variação foi de 9,80%, considerado como valor médio, para esse caráter, conforme GARCIA, (1989). O teste F não apresentou variação significativa entre progênies, indicando crescimento homogêneo das progênies no plantio.

Os resultados médios por repetição e a média da progênie para a altura das plantas são apresentados na tabela 11. A figura 6 ilustra os resultados para a média da progênie.

Tabela 11. Média da altura das plantas por repetições e média geral da progênie (valores em metros)

<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>	<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>
<b>1</b>	4,00	3,76	3,69	3,82	<b>24</b>	3,80	4,60	3,45	3,95
<b>2</b>	4,24	3,10	3,75	3,70	<b>25</b>	4,23	3,88	3,13	3,75
<b>3</b>	4,08	4,05	4,10	4,08	<b>26</b>	4,41	3,95	4,23	4,20
<b>4</b>	4,00	3,92	3,71	3,88	<b>27</b>	4,01	3,38	3,41	3,60
<b>5</b>	3,73	3,65	3,87	3,75	<b>28</b>	4,48	3,11	4,03	3,88
<b>6</b>	3,49	3,51	4,10	3,70	<b>29</b>	3,78	2,77	4,31	3,62
<b>7</b>	3,93	3,86	4,34	4,04	<b>30</b>	4,22	3,87	4,01	4,03
<b>8</b>	4,01	4,46	4,01	4,16	<b>31</b>	3,99	3,33	3,98	3,77
<b>9</b>	4,01	4,22	3,52	3,92	<b>32</b>	4,60	4,13	4,13	4,28
<b>10</b>	4,74	3,79	4,52	4,35	<b>33</b>	4,30	4,06	3,61	3,99
<b>11</b>	4,07	3,67	4,10	3,94	<b>34</b>	3,73	4,30	4,13	4,05
<b>12</b>	3,88	3,68	4,18	3,91	<b>35</b>	3,96	3,85	3,33	3,71
<b>13</b>	4,29	4,00	3,54	3,94	<b>36</b>	4,25	3,87	4,30	4,14
<b>14</b>	3,87	3,96	3,57	3,80	<b>37</b>	3,44	4,30	4,05	3,93
<b>15</b>	4,23	3,43	4,32	3,99	<b>38</b>	3,99	3,52	4,03	3,84
<b>16</b>	3,88	3,78	3,52	3,73	<b>39</b>	4,08	3,98	3,19	3,75
<b>17</b>	4,27	2,80	3,38	3,48	<b>40</b>	4,27	3,42	3,23	3,64



Tabela 11. Média da altura das plantas por repetições e média geral da progênie (valores em metros)

<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>	<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>
<b>18</b>	3,98	4,17	3,58	3,91	<b>41</b>	3,92	3,03	4,05	3,67
<b>19</b>	4,00	3,42	4,29	3,90	<b>42</b>	3,70	4,54	3,82	4,02
<b>20</b>	3,81	3,68	3,71	3,73	<b>43</b>	3,80	3,40	3,83	3,68
<b>21</b>	4,44	4,03	3,93	4,13	<b>44</b>	4,27	4,10	3,10	3,82
<b>22</b>	4,29	3,92	4,10	4,10	<b>45</b>	3,27	4,15	4,12	3,85
<b>23</b>	4,20	4,03	3,79	4,01					

O caráter mais utilizado para avaliação do vigor das plantas é o incremento médio. Entretanto pela pouca idade do experimento foi utilizada a altura da planta.

As atividades de colheita comercial das folhas do *C. citriodora*, em geral, se iniciam dos 12 aos 18 meses de plantio, ou quando a planta atingir de 2 a 4 metros de altura. De acordo com os resultados obtidos na avaliação, aos 11 meses de idade, o experimento apresentou uma média de altura de 3,89 m, sendo que a progênie de menor média atingiu 3,48 m. Tais resultados foram considerados suficientes para se estabelecer o plantio como estando pronto para colheita das folhas, conforme praticado comercialmente.

A altura das plantas é um caráter importante a ser considerado pelo produtor de óleo essencial pois, define dentre outros, o início da atividade de colheita das folhas. Com a redução da idade inicial de colheita, pode-se prever importantes ganhos, o que justifica ao produtor a busca de materiais genéticos com bom desenvolvimento inicial em altura.

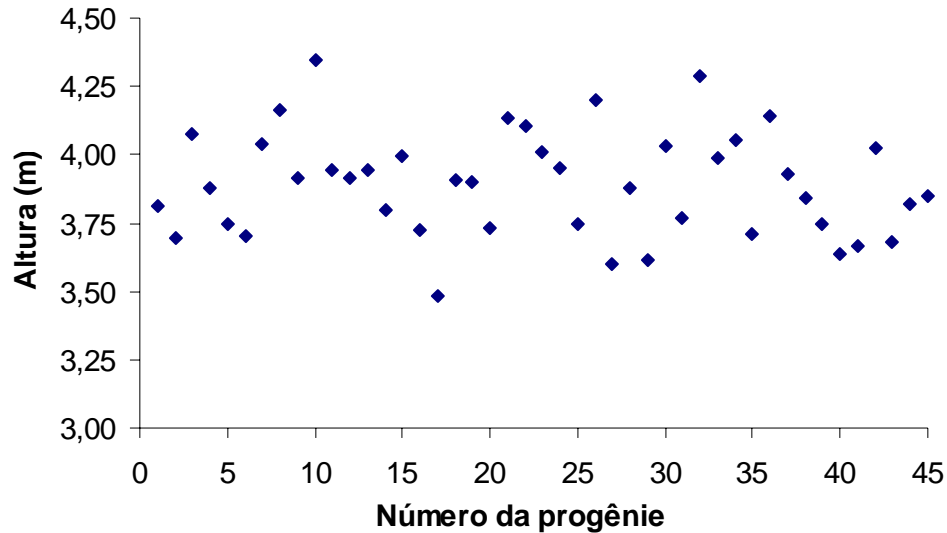


Figura 6 - Valor médio das progênies para o caráter altura da planta

A amplitude de variação da altura das plantas foi de 0,86 m, sendo 3,48 m e 4,34 m a menor e a maior altura, respectivamente. Isto indica que a população estudada apresenta bom desenvolvimento e homogeneidade para tal caráter, conforme indicado pelo teste F apresentado na tabela 9. Nesse aspecto, os resultados são similares ao que relata a maioria dos trabalhos da literatura, para materiais avaliados com pouca idade de plantio.

FERREIRA, (1987), estudando procedências australianas e materiais com altos índices de seleção procedentes de Zimbabwe, aos 6 meses de plantio, no município de Anhembi-SP, não detectou variação significativa entre procedências para o caráter altura das plantas. As diferenças somente se mostraram significativas aos 27 meses de plantio. Nesse mesmo trabalho, o autor concluiu ser a procedência norte da Austrália, latitude 17° S, a de maior destaque silvicultural. ASSIS, (1980), avaliando 60 progênies de *C. citriodora*, com sementes colhidas em uma população de 20 anos, com seleção de 50 progênies superiores e 10 inferiores, também não detectou variação significativa para altura, quando avaliada aos 3 anos de idade, mencionando que, possivelmente, em idade mais avançada isso viria ocorrer. VITTI, (1999), por sua vez, detectou variação significativa entre progênies em relação ao

caráter altura em *C. citriodora* dentro de procedências norte da Austrália, aos 12 meses, com média de 3,50 m, com amplitude de variação de 3,31 a 3,73 m.

#### 4.1.3 Produção de folhas

A média da produção de folhas das progênies em cada repetição e a média geral da progênie é apresentada na tabela 12. A figura 7 ilustra os resultados para a média da progênie.

Tabela 12. Média geral das progênies e média por repetições para o caráter produção de folhas (valores em kg)

<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>	<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>
<b>1</b>	1,84	1,51	1,76	1,70	<b>24</b>	1,75	2,08	2,41	2,08
<b>2</b>	3,22	0,92	2,22	2,12	<b>25</b>	1,86	1,37	1,10	1,44
<b>3</b>	2,51	2,71	2,27	2,50	<b>26</b>	2,20	2,66	2,71	2,52
<b>4</b>	3,11	2,25	1,82	2,39	<b>27</b>	2,60	1,57	1,72	1,96
<b>5</b>	2,84	2,36	2,31	2,50	<b>28</b>	2,61	1,59	1,73	1,97
<b>6</b>	1,76	1,66	1,86	1,76	<b>29</b>	2,56	0,86	2,51	1,98
<b>7</b>	2,03	2,10	3,24	2,46	<b>30</b>	1,51	2,41	2,39	2,10
<b>8</b>	2,41	2,90	2,48	2,59	<b>31</b>	1,83	2,04	2,18	2,02
<b>9</b>	2,40	1,69	1,57	1,89	<b>32</b>	2,46	2,42	2,17	2,35
<b>10</b>	1,90	2,12	2,56	2,19	<b>33</b>	2,80	2,64	1,84	2,42
<b>11</b>	1,64	2,15	1,46	1,75	<b>34</b>	1,98	4,16	2,55	2,90
<b>12</b>	2,93	1,39	1,96	2,09	<b>35</b>	3,07	1,66	1,17	1,97
<b>13</b>	1,60	2,39	1,95	1,98	<b>36</b>	2,60	2,02	3,22	2,61
<b>14</b>	3,16	1,79	1,21	2,06	<b>37</b>	2,35	2,61	2,52	2,49
<b>15</b>	1,92	1,92	2,74	2,19	<b>38</b>	2,16	1,60	2,18	1,98
<b>16</b>	1,06	2,17	1,00	1,41	<b>39</b>	3,47	2,54	1,90	2,64
<b>17</b>	3,08	0,70	1,14	1,64	<b>40</b>	2,11	2,08	1,38	1,86
<b>18</b>	2,48	3,09	1,74	2,44	<b>41</b>	2,74	1,01	2,11	1,95

Tabela 12. Média geral das progênes e média por repetições para o caráter produção de folhas (valores em kg).

Prog	R 1	R 2	R 3	Média	Prog	R 1	R 2	R 3	Média
<b>19</b>	2,14	2,03	3,24	2,47	<b>42</b>	2,00	2,75	3,00	2,58
<b>20</b>	2,58	2,27	2,07	2,31	<b>43</b>	1,94	2,18	2,36	2,16
<b>21</b>	2,16	2,21	2,12	2,16	<b>44</b>	1,59	1,90	1,05	1,51
<b>22</b>	2,23	2,39	3,46	2,69	<b>45</b>	2,33	1,81	2,50	2,21
<b>23</b>	2,28	1,83	2,03	2,05					

A produção média de folhas, por árvore foi de 2,16 kg, com amplitude de 1,41 kg a 2,90 kg por progênie, como não houve variação estatística significativa para esse caráter entre progênes pelo teste F (tabela 9), mostrando produção homogênea no plantio.

Para efeito comparativo, merece ser citado que VITTI, (1999), encontrou uma produção média de folhas, em ramos destiláveis (abaixo de 1,5 cm de diâmetro) de 1,89 kg por árvore, em *C. citriodora*, com 18 meses de idade, no espaçamento de 3m x 1 m. Como no presente estudo, avaliou-se somente a produção de folhas, sem incluir os ramos. Pode-se concluir como sendo excelente os resultados obtidos, demonstrando o grande potencial produtivo do material genético estudado.

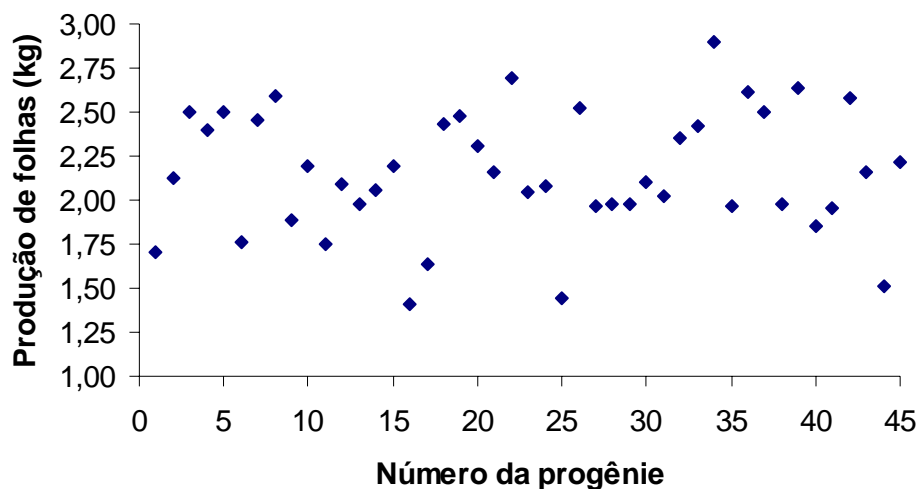


Figura 7 - Média das progênes para a produção de folhas

#### 4.1.4 Rendimento de óleo essencial

As médias apresentadas do rendimento de óleo essencial para as repetições do experimento e a média geral da progênie são apresentadas na tabela 13. A figura 8 ilustra os resultados para a média da progênie.

Tabela 13. Média do rendimento de óleo por repetição e a média geral da progênie (valores em porcentagem)

<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>	<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>
<b>1</b>	1,58	1,82	1,52	1,64	<b>24</b>	1,89	1,24	1,50	1,80
<b>2</b>	1,81	1,41	1,50	1,57	<b>25</b>	1,88	1,52	2,00	1,59
<b>3</b>	2,03	1,47	1,41	1,64	<b>26</b>	1,91	1,52	1,33	1,81
<b>4</b>	1,65	1,35	1,73	1,58	<b>27</b>	1,79	1,71	1,93	1,63
<b>5</b>	1,27	1,59	1,71	1,52	<b>28</b>	1,63	1,61	1,66	1,60
<b>6</b>	1,87	1,61	1,83	1,77	<b>29</b>	1,87	1,79	1,13	1,51
<b>7</b>	1,68	1,74	1,68	1,70	<b>30</b>	1,62	1,44	1,47	1,34
<b>8</b>	2,10	1,74	1,30	1,72	<b>31</b>	1,59	1,18	1,27	1,63
<b>9</b>	1,69	1,72	1,58	1,66	<b>32</b>	1,78	1,58	1,53	1,70
<b>10</b>	1,46	1,68	1,86	1,66	<b>33</b>	1,91	1,95	1,23	1,66
<b>11</b>	1,47	2,01	1,37	1,61	<b>34</b>	1,70	1,62	1,66	1,52
<b>12</b>	1,81	1,65	1,47	1,64	<b>35</b>	1,61	1,27	1,69	1,59
<b>13</b>	1,87	1,77	1,63	1,76	<b>36</b>	1,59	1,88	1,30	1,59
<b>14</b>	1,70	1,72	1,68	1,70	<b>37</b>	1,60	1,44	1,72	1,51
<b>15</b>	1,58	1,37	1,59	1,51	<b>38</b>	1,60	1,56	1,38	1,47
<b>16</b>	1,72	1,97	1,72	1,80	<b>39</b>	1,63	1,42	1,35	1,56
<b>17</b>	1,92	1,77	1,72	1,80	<b>40</b>	1,55	1,61	1,53	1,49
<b>18</b>	1,67	1,68	1,61	1,65	<b>41</b>	1,96	1,48	1,02	1,42
<b>19</b>	1,70	2,23	1,65	1,86	<b>42</b>	1,51	1,37	1,39	1,73
<b>20</b>	1,53	1,55	1,13	1,40	<b>43</b>	1,59	1,76	1,85	1,83
<b>21</b>	2,08	1,49	1,99	1,85	<b>44</b>	1,87	1,81	1,80	1,75

Tabela 13. Média do rendimento de óleo por repetição e a média geral da progênie (valores em porcentagem)

Prog	R 1	R 2	R 3	Média	Prog	R 1	R 2	R 3	Média
22	2,12	1,60	1,56	1,76	45	1,98	1,83	1,44	1,48
23	1,58	1,82	1,52	1,54					

A média geral do experimento foi de 1,67%, com uma amplitude de 1,34% a 1,86%. O rendimento de óleo essencial foi estável em todas as progênies, não apresentando variação estatística significativa pelo teste F (Tabela 9).

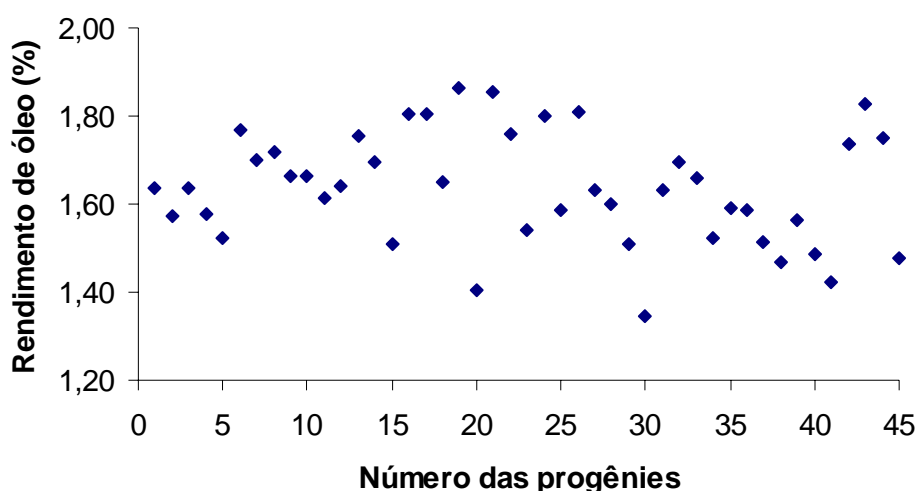


Figura 8 - Rendimento médio de óleo essencial por progênies

VITTI, (1999), trabalhando com procedências de *C. citriodora*, relata o rendimento superior para a procedência do Norte da Austrália, comparada à procedências do sul da Austrália e raças locais plantadas no Brasil. BRAGA et. al, (2001), afirmam que no Brasil o plantio de *C. citriodora* destinado à extração de óleo essencial apresenta rendimentos médios variando de 1,2% a 1,4%. Desse modo o rendimento médio obtido de 1,67% comprova a superioridade da procedência norte australiana.

#### 4.1.5 Teor de citronelal no óleo essencial

O resultado médio do teor de citronelal da progênie em cada repetição e a média geral da progênie é apresentado na tabela 14. A figura 9 ilustra a distribuição das médias das progênies.

Tabela 14. Médias das progênies em cada repetição e média geral da progênie para o teor de citronelal do óleo essencial (valores em porcentagem)

<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>	<b>Prog</b>	<b>R 1</b>	<b>R 2</b>	<b>R 3</b>	<b>Média</b>
<b>1</b>	82,40	88,21	84,03	84,88	<b>24</b>	86,79	87,04	87,68	87,17
<b>2</b>	86,35	83,11	86,04	85,17	<b>25</b>	87,51	85,36	81,34	84,73
<b>3</b>	88,42	85,21	88,32	87,32	<b>26</b>	88,20	88,12	89,21	88,51
<b>4</b>	86,36	86,74	88,26	87,12	<b>27</b>	82,80	86,29	86,69	85,26
<b>5</b>	86,53	86,86	88,60	87,33	<b>28</b>	86,34	85,65	81,71	84,57
<b>6</b>	87,68	87,32	89,20	88,06	<b>29</b>	86,61	87,34	87,75	87,24
<b>7</b>	85,16	88,24	88,44	87,28	<b>30</b>	86,70	86,58	80,62	84,63
<b>8</b>	87,27	87,45	87,19	87,30	<b>31</b>	87,84	86,38	86,14	86,79
<b>9</b>	87,60	88,36	87,85	87,94	<b>32</b>	85,67	86,63	87,60	86,63
<b>10</b>	85,20	86,91	83,10	85,07	<b>33</b>	87,66	85,25	87,12	86,67
<b>11</b>	85,59	87,69	78,21	83,83	<b>34</b>	86,13	82,25	87,53	85,30
<b>12</b>	85,81	85,58	80,41	83,94	<b>35</b>	72,03	87,44	80,89	80,12
<b>13</b>	85,69	86,21	88,07	86,66	<b>36</b>	83,36	86,74	88,23	86,11
<b>14</b>	72,27	86,93	88,59	82,60	<b>37</b>	86,56	86,29	86,66	86,50
<b>15</b>	87,58	87,89	88,79	88,08	<b>38</b>	87,65	87,26	85,74	86,88
<b>16</b>	85,56	87,50	88,88	87,32	<b>39</b>	85,81	83,69	80,78	83,43
<b>17</b>	88,75	85,82	82,59	85,72	<b>40</b>	76,40	86,37	85,70	82,82
<b>18</b>	87,50	88,20	85,34	87,01	<b>41</b>	84,66	87,70	79,20	83,85
<b>19</b>	84,72	87,81	87,77	86,77	<b>42</b>	79,93	87,91	87,36	85,07
<b>20</b>	85,99	86,37	84,90	85,75	<b>43</b>	88,34	81,69	87,58	85,87
<b>21</b>	88,21	87,37	88,18	87,92	<b>44</b>	86,79	85,93	87,43	86,72

Tabela 14. Médias das progênes em cada repetição e média geral da progênie para o teor de citronelal do óleo essencial (valores em porcentagem)

Prog	R 1	R 2	R 3	Média	Prog	R 1	R 2	R 3	Média
<b>22</b>	89,42	87,45	86,64	87,84	<b>45</b>	83,76	87,27	86,06	85,70
<b>23</b>	88,07	85,64	88,39	87,36					

A média das progênes para o teor de citronelal no óleo essencial foi de 85,94%, com amplitude de 80,12% a 88,51%. O coeficiente de variação experimental foi de 1,69% considerado muito baixo, não tendo havido variação estatística significativa entre progênes (tabela 9).

Há estudos que apresentam resultados contrários aos aqui encontrados, como são os casos dos trabalhos de BARTON et. al. (1991), BOLAND et. al. (1991), GUENTHER (1950), PENFOLD & WILLIS (1961), que observaram significância entre procedências e indivíduos quanto aos resultados de produção e qualidade do óleo essencial em eucaliptos. XAVIER (1993), por outro lado, relata resultados de não significância para rendimento e qualidade do óleo essencial em progênes de meios irmãos de *C. citriodora*, aos 42 meses de idade. Dessa forma, a necessidade de mais estudos torna-se evidente para definição de estratégias a serem adotadas em programas de melhoramento específicos para óleo essencial de *C. citriodora*.

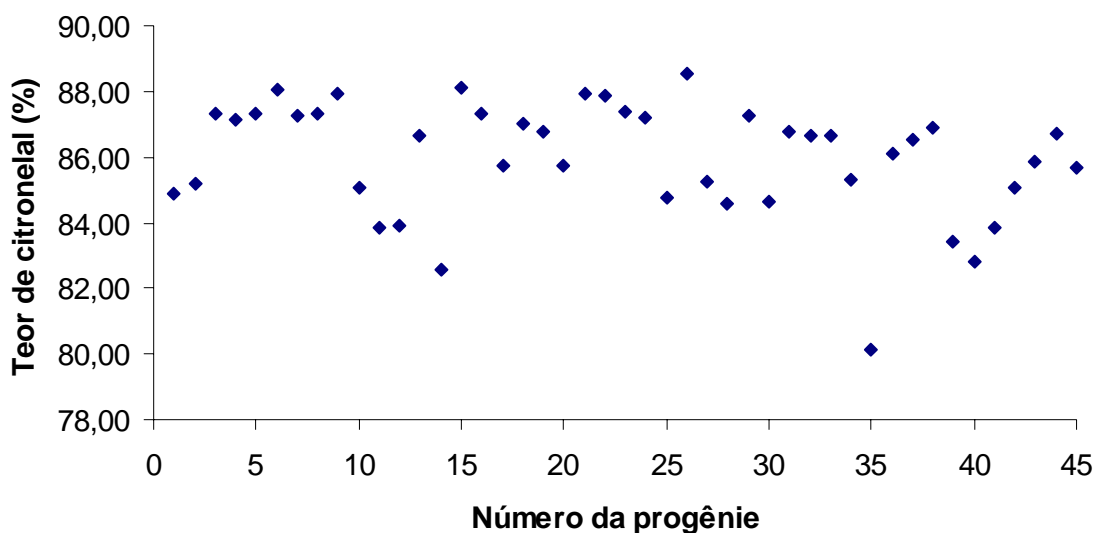


Figura 9 - Teor médio da progênie de citronelal no óleo essencial



GIMÉNEZ (1999), estudando a qualidade de óleo essencial em *C. citriodora* identificou três grupos distintos em uma população com 4 anos de idade. Os grupos foram definidos pela qualidade do óleo essencial quanto a porcentagem de citronelal. Os teores para cada grupo foram de 72%, 23% e menos que 1%.

O teor de citronelal no óleo essencial de *C. citriodora* varia de 65% a 80 %, sendo que em termos de mercado é exigido um teor mínimo de 70% nos óleos destinados à exportação. No Brasil, os óleos para exportação contêm de 75% a 80% de citronelal (BRAGA et al, 2001)

Diante dos resultados conclui-se que população estudada apresenta um óleo de excelente qualidade quanto ao teor de citronelal, visto que os resultados obtidos superam a média relatada na literatura.

#### **4.2 Estimativa dos parâmetros genéticos**

As estimativas do coeficiente de variação genética e a estimativa da correlação devida ao ambiente ( $\hat{C}^2$ ) são apresentados na tabela 15.

A correlação genética devido ao ambiente comum da parcela para altura da planta foi de 12%, para a produção de folhas 17% e para o rendimento de óleo 11%.

RESENDE (2002), considera um valor igual ou menor que 15% como um valor bom para  $\hat{C}^2$ . Nesse caso, 15% da variação fenotípica total é devida a variação ambiental entre parcelas. Desse modo os resultados obtidos podem ser considerados bons, exceto para o caráter produção de folhas, que não chega a ser expressivo.

Os resultados das estimativas de herdabilidade no sentido restrito ( $\hat{h}^2$ ), ao nível de média ( $\hat{h}_m^2$ ) e dentro de parcelas ( $\hat{h}_d^2$ ), estimadas pelo método REML/BLUP, RESENDE (2002), modelo 1 para os caracteres produção de folhas, altura da planta e rendimento de óleo essencial e pelo modelo 19 para o caráter teor de citronelal, são apresentadas na tabela 15, sendo valores de baixa expressão, que no entanto demonstram aplicação para definição de métodos de seleção.

Os caracteres altura da planta, produção de folhas e rendimento de óleo essencial apresentam baixas estimativas de herdabilidade, indicando a superioridade da herdabilidade em nível de média de progênies. Enquanto que o caráter teor de citronelal do óleo essencial expressa maior herdabilidade em nível de plantas individuais, recomendando que a seleção deva ser em nível de indivíduos para obtenção de maior sucesso para esse caráter.

Tabela 15 . Estimativa dos parâmetros genéticos e coeficientes de variação

<b>Caráter</b>	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$	<b>CVg</b>	$\hat{C}^2$
Altura da planta	0,004	0,016	0,003	0,58	0,1262
Produção de folhas	0,015	0,042	0,013	2,85	0,1673
Rendimento de óleo	0,045	0,142	0,038	5,50	0,1162
Teor de citronelal no óleo essencial	0,214	0,145	0,170	0,78	----

estimativas de herdabilidade no sentido restrito ( $\hat{h}^2$ ), ao nível de média ( $\hat{h}_m^2$ ), dentro de parcelas ( $\hat{h}_d^2$ ), correlação devida ao ambiente ( $\hat{C}^2$ ) e coeficiente de variação genética (CVg).

### 4.3 Ranqueamento

O ranqueamento das 45 progênies de acordo com MULAMBA & MOCK (1978), levando-se em consideração os caracteres relacionados à produção e qualidade do óleo essencial, é apresentado na tabela 16.

Tabela 16. Ranqueamento das 45 progênies referente aos caracteres rendimento de óleo essencial, produção de folhas e teor de citronelal do óleo essencial

<b>Classificação no ranqueamento</b>	<b>Número da progênie</b>	<b>Rendimento de óleo (%)</b>	<b>Produção de folha (kg)</b>	<b>Teor de citronelal (%)</b>
1	26	1,81	2,52	88,55
2	22	1,76	2,69	87,80
3	21	1,85	2,16	87,98
4	8	1,72	2,59	87,24
5	19	1,86	2,47	86,68
6	7	1,70	2,46	87,24
7	3	1,63	2,50	87,24
8	24	1,80	2,08	87,24
9	18	1,65	2,44	87,05
10	6	1,77	1,76	87,98
11	5	1,52	2,50	87,24
12	43	1,83	2,16	85,93
13	42	1,73	2,58	85,01
14	32	1,70	2,35	86,68
15	33	1,66	2,42	86,68
16	36	1,59	2,61	86,12
17	9	1,66	1,89	87,98
18	4	1,58	2,39	87,05
19	15	1,51	2,19	88,17
20	16	1,81	1,41	87,24
21	13	1,75	1,98	86,68
22	34	1,52	2,90	85,38
23	10	1,67	2,19	85,01
24	23	1,54	2,05	87,42
25	37	1,51	2,49	86,49

Tabela 16. Ranqueamento das 45 progênies referente aos caracteres rendimento de óleo essencial, produção de folhas e teor de citronelal do óleo essencial

Classificação no ranqueamento	Número da progênie	Rendimento de óleo (%)	Produção de folha (kg)	Teor de citronelal (%)
26	31	1,63	2,02	86,86
27	44	1,75	1,51	86,68
28	17	1,81	1,64	85,75
29	39	1,56	2,64	83,36
30	29	1,51	1,98	87,24
31	12	1,64	2,09	83,91
32	2	1,57	2,12	85,19
33	14	1,70	2,06	82,45
34	20	1,41	2,31	85,75
35	45	1,48	2,21	85,75
36	27	1,63	1,96	85,19
37	38	1,47	1,98	86,86
38	1	1,64	1,70	84,82
39	28	1,60	1,97	84,64
40	30	1,35	2,10	84,64
41	11	1,61	1,75	83,72
42	35	1,59	1,97	79,92
43	25	1,59	1,44	84,64
44	41	1,42	1,95	83,91
45	40	1,49	1,86	82,81

Com base nessa classificação foram formados 3 grupos compostos por 15 progênies cada, sendo o grupo 1 composto pelas 15 progênies superiores, o grupo 2 composto pelas 15 progênies intermediárias e o grupo 3 composto pelas 15 progênies inferiores. Os três grupos estabelecidos foram usados como base na análise das características morfológicas avaliadas nas matrizes e progênies. Na tabela 17 consta a formação dos grupos.

Tabela 17. Formação dos grupos de progênies superiores, intermediárias e inferiores com base no ranqueamento proposto

<b>Progênies Superiores</b>	<b>Progênies Intermediárias</b>	<b>Progênies Inferiores</b>
26	36	12
22	9	2
21	4	14
8	15	20
19	16	45
7	13	27
3	34	38
24	10	1
18	23	28
6	37	30
5	31	11
43	44	35
42	17	25
32	39	41
33	29	40

Os grupos foram analisados em relação aos caracteres sobrevivência, altura da planta, produção de folhas, rendimento de óleo essencial e teor de citronelal e os resultados da análise de variância, entre os grupos, são apresentados na tabela 18.

Tabela 18. Análise de variância, entre grupos, dos caracteres silviculturais e de produção de óleo

<b>Caracteres</b>	<b>Média</b>	<b>C. V. (%)</b>	<b>F (prog)</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Sobrevivência (%)	64,89	17,91	1,23	0,2972
Altura da planta (m)	3,89	10,28	3,35	0,0395
Produção de folhas (kg)	2,16	27,45	5,69	0,0047
Rendimento de óleo (%)	1,67	13,87	8,17	0,0005
Teor de citronelal no óleo (%)	85,93	1,70	10,35	0,0001

Os resultados da análise de variância em função dos três grupos expressam variação altamente significativa, ao nível de 1%, para os caracteres produção de folha, rendimento de óleo essencial e teor de citronelal. Para o caráter altura da planta, a significância na variação foi ao nível de 5%. A sobrevivência não expressou significância entre grupos, confirmando distribuição aleatória no experimento, não influenciando nenhum dos caracteres estudados. Não houve variação significativa para nenhum caráter quando analisado entre progênies dentro dos grupos.

A tabela 19 apresenta os resultados da seleção baseada na soma de ranks, em 15 indivíduos para os caracteres rendimento de óleo essencial, produção de folhas e teor de citronelal no óleo essencial.

Tabela 19. Seleção baseada em soma de ranks para 15 indivíduos

<b>Caráter</b>	<b>X<sub>o</sub></b>	<b>X<sub>s</sub></b>	<b>h<sup>2</sup>%</b>	<b>GS</b>	<b>GS%</b>
Rendimento de óleo (%)	1,67	1,73	21,86	0,03224	0,94
Produção de folhas (kg)	2,16	2,38	25,22	0,5608	2,78
Teor de citronelal do óleo essencial (%)	85,93	87,04	39,19	0,02442	0,49

**X<sub>o</sub>** média geral do experimento; **X<sub>s</sub>** média das progênies selecionadas; **h<sub>2</sub>** herdabilidade; **GS** ganhos de seleção.

Com a seleção das 15 melhores progênies, no grupo 1, o maior ganho estimado foi para o caráter produção de folha com 2,78%, seguido pelo rendimento de óleo essencial, com ganhos de 0,94%. O ganho total para os três caracteres foi de 4,21%.

Com os resultados apresentados fica evidente a eficiência do raqueamento proposto MULAMBA & MOCK (1978), uma vez que as progênies não apresentaram variação significativa quando avaliadas entre si no experimento. Com essa metodologia, é possível fazer a seleção de progênies e utilizá-las em programas sexuados de melhoramento.

#### 4.4 Análise morfológica nas matrizes

As 45 matrizes de *C. citriodora*, selecionadas na População Base e utilizadas para a formação do teste de progênie, em estudo, foram avaliadas morfológicamente em função das suas sementes e frutos.

##### 4.4.1 Sementes

As matrizes foram classificadas em função do peso de 100 sementes, em três tipos morfológicos denominados: sementes leves, intermediárias e pesadas. A amplitude e a composição em número de matrizes de cada tipo é apresentada na tabela 20.

Tabela 20. Amplitude dos tipos morfológicos e sua composição em matrizes em relação ao peso de 100 sementes

<b>Tipo morfológico</b>	<b>Amplitude (g)</b>	<b>Número de matrizes</b>
1	0,2850 a 0,4892	25
2	0,4893 a 0,6934	15
3	0,6935 a 0,8976	5

A tabela 21 apresenta o peso de 100 sementes das matrizes e seus respectivos tipos morfológicos e a figura 10 apresenta sua distribuição.

Tabela 21. Classificação das matrizes nos três tipos morfológicos em função do peso de 100 sementes

<b>Matriz</b>	<b>Peso de 100 sementes (g)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Matriz</b>	<b>Peso de 100 sementes (g)</b>	<b>Tipo</b>
<b>1</b>	0,4457	1	<b>24</b>	0,8976	3
<b>2</b>	0,4666	1	<b>25</b>	0,6150	2
<b>3</b>	0,2850	1	<b>26</b>	0,4250	1
<b>4</b>	0,3746	1	<b>27</b>	0,6800	2
<b>5</b>	0,4019	1	<b>28</b>	0,7118	3
<b>6</b>	0,4957	2	<b>29</b>	0,4243	1
<b>7</b>	0,3436	1	<b>30</b>	0,3921	1
<b>8</b>	0,4376	1	<b>31</b>	0,4110	1
<b>9</b>	0,5235	2	<b>32</b>	0,4010	1
<b>10</b>	0,4363	1	<b>33</b>	0,4388	1
<b>11</b>	0,4380	1	<b>34</b>	0,6749	2
<b>12</b>	0,4051	1	<b>35</b>	0,7962	3
<b>13</b>	0,5483	2	<b>36</b>	0,7610	3
<b>14</b>	0,5835	2	<b>37</b>	0,5818	2
<b>15</b>	0,6109	2	<b>38</b>	0,4915	2
<b>16</b>	0,5340	2	<b>39</b>	0,4086	1
<b>17</b>	0,3529	1	<b>40</b>	0,7042	3
<b>18</b>	0,4610	1	<b>41</b>	0,5051	2
<b>19</b>	0,4485	1	<b>42</b>	0,2883	1
<b>20</b>	0,3416	1	<b>43</b>	0,3962	1
<b>21</b>	0,5433	2	<b>44</b>	0,4502	1
<b>22</b>	0,5708	2			
<b>23</b>	0,5294	2	<b>45</b>	0,4610	1



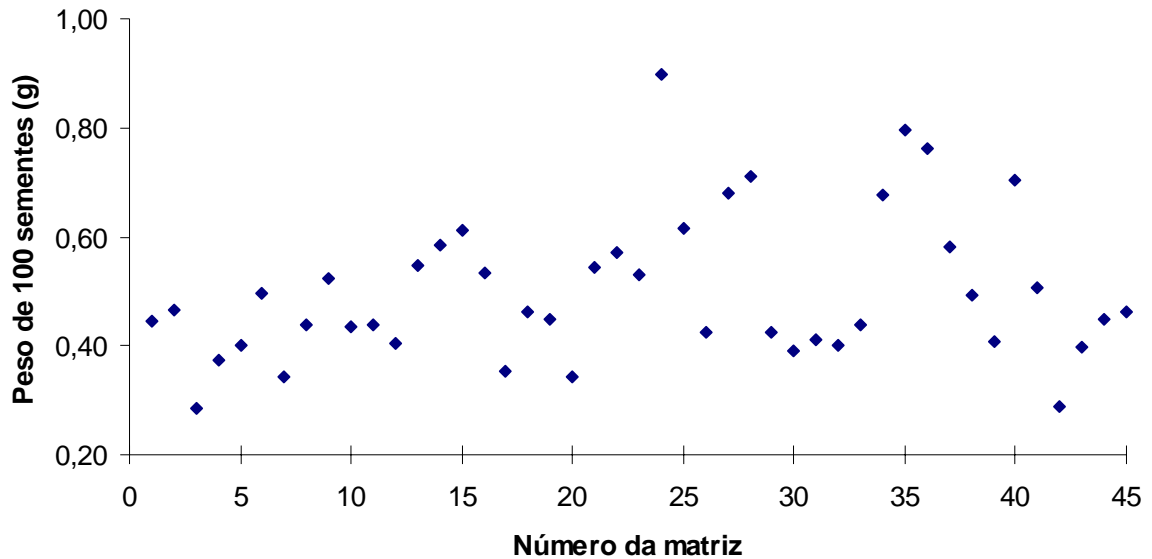


Figura 10 - Distribuição do peso de 100 sementes das matrizes selecionadas

No agrupamento das matrizes selecionadas, em função do peso de 100 sementes, 89% das matrizes ficaram nos tipos morfológicos 1 e 2, com peso variando entre 0,2850 g a 0,6934 g. Os resultados obtidos são similares aos de AGUIAR & NAKANE (1983), que encontraram um lote comercial de sementes de *C. citriodora*, com 76 % das sementes na faixa de 0,2628 g a 0,6098 g de peso para 100 sementes.

A tabela 22 apresenta o número de matrizes em cada um dos três grupos, formados pelo ranqueamento das progênes, em função dos tipos morfológicos estabelecidos pelo peso de 100 sementes.

Tabela 22. Distribuição das matrizes classificadas nos tipos morfológicos pelo peso de 100 sementes nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento das progênes

Grupos	Sementes (peso)		
	Leve	Média	Pesada
Superiores	11	3	1
Intermediárias	7	7	1
Inferiores	7	5	3
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>5</b>

Desse modo, em relação ao peso das sementes, a maioria das progênes classificadas como superiores de acordo com o ranqueamento, foram oriundas de sementes leves, ou seja, 11 das 15 progênes do grupo das progênes superiores foram geradas por matrizes que possuíam sementes leves. O resultado indica uma relação entre matrizes que possuem sementes leves, com progênes com bom rendimento de óleo essencial, boa produção de folhas e alto teor de citronelal.

#### 4.4.2 Frutos

As matrizes foram classificadas morfológicamente em função do diâmetro e comprimento dos seus frutos, conforme as tabelas 23 a 26 e ilustradas pelas figuras 11 e 12.

Tabela 23. Amplitude dos tipos morfológicos e sua composição em número de matrizes em relação ao diâmetro médio dos frutos

Tipo morfológico	Amplitude (cm)	Número de matrizes
1	0,7460 a 0,8866	31
2	0,8867 a 1,0273	12
3	1,0274 a 1,1680	2

Os tipos morfológicos 1 e 2 concentraram 96% das matrizes, ficando 4% para o tipo 3. O tipo com maior concentração de matrizes foi o tipo 1, com 31 matrizes.

Tabela 24. Diâmetro médio dos frutos das matrizes e respectivos tipos morfológicos

<b>Matriz</b>	<b>Fruto diâmetro (cm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Matriz</b>	<b>Fruto diâmetro (cm)</b>	<b>Tipo</b>
<b>1</b>	0,7860	1	<b>24</b>	1,1680	3
<b>2</b>	0,8190	1	<b>25</b>	0,9055	2
<b>3</b>	0,7460	1	<b>26</b>	0,9040	2
<b>4</b>	0,7995	1	<b>27</b>	0,8485	1
<b>5</b>	0,8020	1	<b>28</b>	0,9210	2
<b>6</b>	0,7505	1	<b>29</b>	0,7890	1
<b>7</b>	0,8195	1	<b>30</b>	0,8540	1
<b>8</b>	0,7780	1	<b>31</b>	0,8030	1
<b>9</b>	0,8655	1	<b>32</b>	0,8740	1
<b>10</b>	0,8670	1	<b>33</b>	0,7675	1
<b>11</b>	0,8275	1	<b>34</b>	0,8090	1
<b>12</b>	0,8960	2	<b>35</b>	0,9225	2
<b>13</b>	1,0440	3	<b>36</b>	0,9665	2
<b>14</b>	0,8665	1	<b>37</b>	0,8630	1
<b>15</b>	0,8190	1	<b>38</b>	0,8775	1
<b>16</b>	0,9440	2	<b>39</b>	0,9245	2
<b>17</b>	0,8231	1	<b>40</b>	0,9010	2
<b>18</b>	0,8790	1	<b>41</b>	0,8680	1
<b>19</b>	0,8685	1	<b>42</b>	0,8285	1
<b>20</b>	0,7990	1	<b>43</b>	0,8450	1
<b>21</b>	0,9005	2	<b>44</b>	0,8975	2
<b>22</b>	0,8745	1	<b>45</b>	0,8815	1
<b>23</b>	0,9060	2			

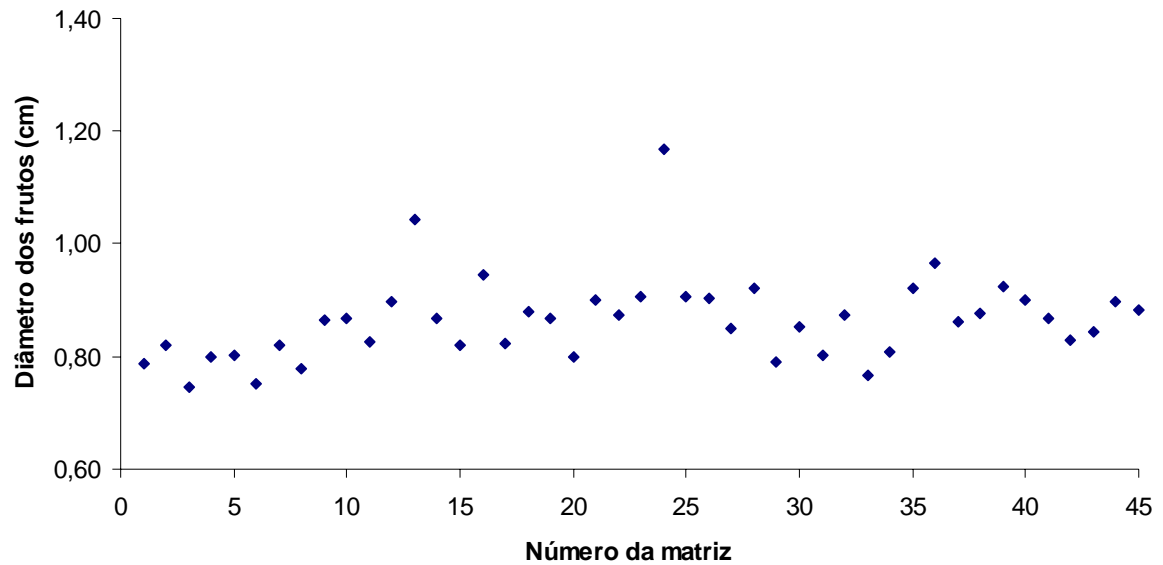


Figura 11 - Distribuição do diâmetro médio dos frutos das matrizes selecionadas

Tabela 25. Amplitude dos tipos morfológicos e sua composição em número de matrizes em relação ao comprimento médio dos frutos

<b>Tipo morfológico</b>	<b>Amplitude (cm)</b>	<b>Número de matrizes</b>
1	0,8750 a 1,0558	12
2	1,0559 a 1,2367	28
3	1,2368 a 1,4176	5

Das 45 matrizes selecionadas, 89% tiveram seus frutos classificados nos tipos morfológicos 1 e 2.

Tabela 26. Classificação das matrizes em tipos morfológicos em função do comprimento médio dos frutos

<b>Matriz</b>	<b>Frutos comprimento (cm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Matriz</b>	<b>Frutos comprimento (cm)</b>	<b>Tipo</b>
<b>1</b>	0,9565	1	<b>24</b>	1,4175	3
<b>2</b>	1,0425	1	<b>25</b>	1,2280	2
<b>3</b>	1,0500	1	<b>26</b>	0,9675	1
<b>4</b>	0,8750	1	<b>27</b>	1,0710	2
<b>5</b>	0,9095	1	<b>28</b>	1,1900	2
<b>6</b>	1,0945	2	<b>29</b>	1,0735	2
<b>7</b>	1,0270	1	<b>30</b>	1,1045	2
<b>8</b>	0,9205	1	<b>31</b>	1,0690	2
<b>9</b>	1,1000	2	<b>32</b>	1,2120	2
<b>10</b>	1,1740	2	<b>33</b>	0,9615	1
<b>11</b>	0,9925	1	<b>34</b>	1,0705	2
<b>12</b>	1,2385	3	<b>35</b>	1,3400	3
<b>13</b>	1,3750	3	<b>36</b>	1,2110	2
<b>14</b>	1,0965	2	<b>37</b>	1,0730	2
<b>15</b>	1,2080	2	<b>38</b>	0,9615	1
<b>16</b>	1,1455	2	<b>39</b>	1,3395	3
<b>17</b>	1,1132	2	<b>40</b>	1,1350	2
<b>18</b>	1,1695	2	<b>41</b>	1,1250	2
<b>19</b>	0,9965	1	<b>42</b>	1,1970	2
<b>20</b>	1,0930	2	<b>43</b>	1,1195	2
<b>21</b>	1,1700	2	<b>44</b>	1,1895	2
<b>22</b>	1,1925	2	<b>45</b>	1,1708	2
<b>23</b>	1,1210	2			

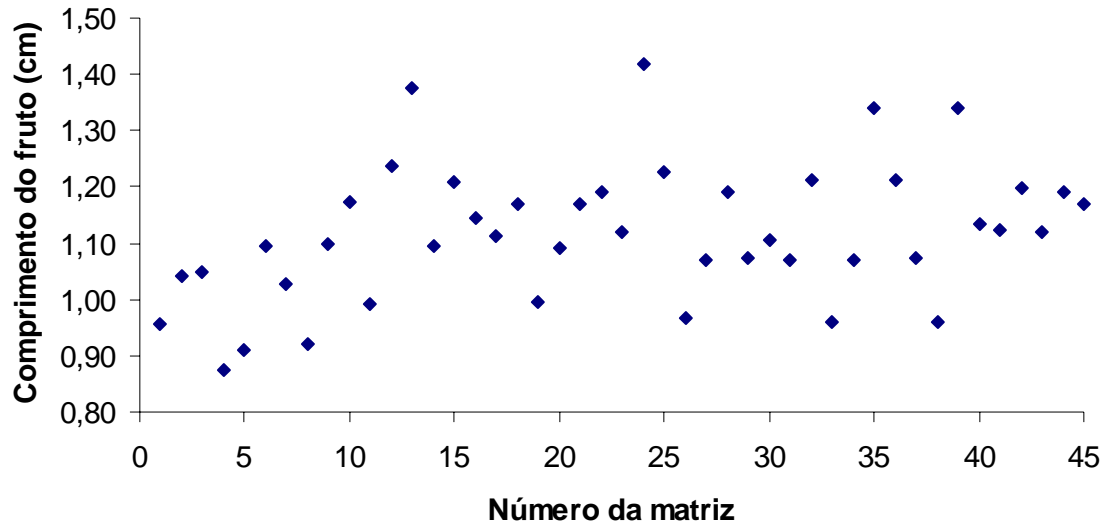


Figura 12 - Distribuição do comprimento médio dos frutos das matrizes selecionadas

Todos os resultados obtidos no estudo se enquadram perfeitamente dentro da descrição botânica da espécie feita segundo BOLAND et al. (1994), em que os frutos do *C. citriodora* são pedicelados, ovóides, muitas vezes com verruga, com comprimento de 0,7 cm a 1,5 cm e diâmetro de 0,7 cm a 1,1 cm, disco largo, deiscente, com 3 ou 4 válvulas, profundamente encobertas.

As tabelas 27 e 28 apresentam o número de matrizes locadas em cada um dos três grupos, formados pelo ranqueamento das progênes, em função dos tipos morfológicos estabelecidos pelo diâmetro e pelo comprimento dos frutos das matrizes.

Tabela 27. Distribuição das matrizes classificadas nos tipos morfológicos em função do diâmetro médio dos frutos nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento

<b>Grupos</b>	<b>Frutos (diâmetro)</b>		
	<b>Menor</b>	<b>Médio</b>	<b>Maior</b>
<b>Superiores</b>	12	2	1
<b>Intermediárias</b>	9	5	1
<b>Inferiores</b>	10	5	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>2</b>

Tabela 28. Distribuição das matrizes classificadas nos tipos morfológicos em função do comprimento médio dos frutos nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento

<b>Grupos</b>	<b>Frutos (comprimento)</b>		
	<b>Curto</b>	<b>Médio</b>	<b>Longo</b>
<b>Superiores</b>	7	7	1
<b>Intermediárias</b>	1	12	2
<b>Inferiores</b>	4	9	2
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>5</b>

De acordo com os resultado expressos nas tabelas 27 e 28, não há nenhuma correlação das características morfológicas dos frutos das matrizes com os caracteres silviculturais e de produção de óleo das progênies. Esse resultado impossibilita a seleção de matrizes com base na morfologia dos seus frutos para tais caracteres.

## 4.5 Análise morfológica nas progênes

A avaliação morfológica das progênes teve início aos quatro meses de idade, na fase de mudas, quando estas ainda estavam em viveiro. Os órgãos avaliados foram lignotubérculo, folha e pilosidade.

### 4.5.1 Lignotubérculo

A avaliação se baseou na presença ou ausência de lignotubérculo e em todas as progênes eles se encontravam presentes. Os tubérculos se localizavam no colo das mudas, sendo em sua maioria em número dois, em posições opostas. Algumas mudas apresentaram somente um tubérculo. Houve variações quanto ao tamanho e ao número de tubérculos, mas não foram considerados neste estudo.

### 4.5.2 Folha

As folhas das mudas foram avaliadas quanto ao seu comprimento e largura, conforme as tabelas 29 a 32 e ilustradas pelas figuras 13 e 14.

Tabela 29. Amplitude e composição em número de matrizes dos tipos morfológicos em relação ao comprimento das folhas das mudas das progênes

<b>Tipo morfológico</b>	<b>Amplitude (cm)</b>	<b>Número de matrizes</b>
1	4,80 a 5,80	11
2	5,81 a 6,80	20
3	6,81 a 7,80	14



Tabela 30. Comprimento das folhas das mudas e seus respectivos tipos morfológicos

<b>Matriz</b>	<b>Comprimento folhas (cm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Matriz</b>	<b>Comprimento folhas (cm)</b>	<b>Tipo</b>
<b>1</b>	7,80	3	<b>24</b>	5,60	1
<b>2</b>	6,80	2	<b>25</b>	5,30	1
<b>3</b>	7,00	3	<b>26</b>	5,00	1
<b>4</b>	5,70	1	<b>27</b>	4,80	1
<b>5</b>	6,50	2	<b>28</b>	5,70	1
<b>6</b>	6,20	2	<b>29</b>	6,60	2
<b>7</b>	6,80	2	<b>30</b>	7,40	3
<b>8</b>	7,00	3	<b>31</b>	6,50	2
<b>9</b>	5,90	2	<b>32</b>	7,30	3
<b>10</b>	6,30	2	<b>33</b>	5,80	1
<b>11</b>	7,20	3	<b>34</b>	7,70	3
<b>12</b>	7,20	3	<b>35</b>	7,60	3
<b>13</b>	7,10	3	<b>36</b>	5,30	1
<b>14</b>	6,00	2	<b>37</b>	5,60	1
<b>15</b>	7,00	3	<b>38</b>	5,60	1
<b>16</b>	6,70	2	<b>39</b>	7,00	3
<b>17</b>	7,20	3	<b>40</b>	6,40	2
<b>18</b>	6,80	2	<b>41</b>	7,10	3
<b>19</b>	6,60	2	<b>42</b>	6,40	2
<b>20</b>	6,30	2	<b>43</b>	5,30	1
<b>21</b>	6,80	2	<b>44</b>	6,80	2
<b>22</b>	6,00	2			
<b>23</b>	5,90	2	<b>45</b>	6,10	2

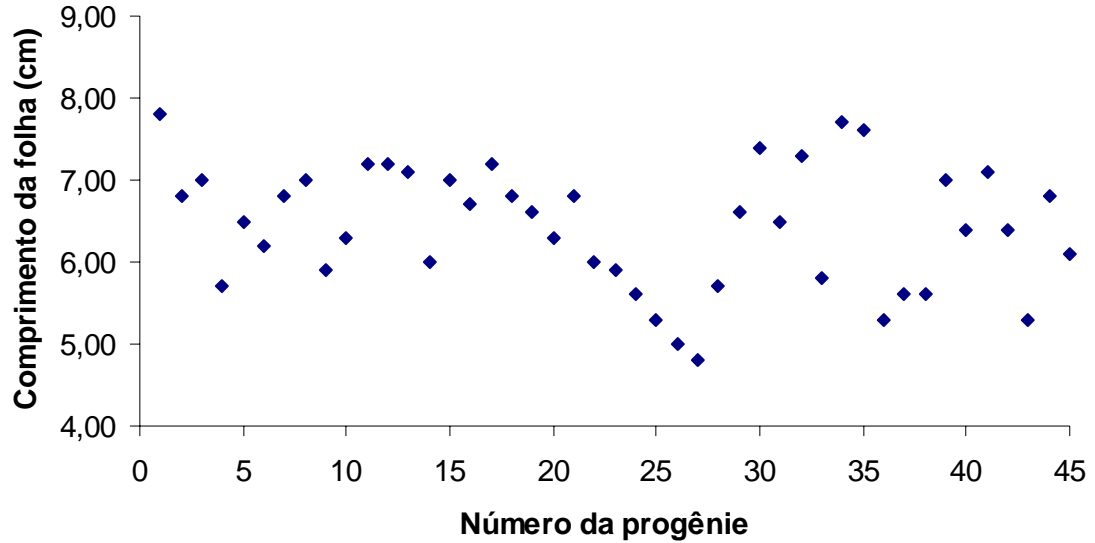


Figura 13 - Distribuição do comprimento das folhas das mudas das progênes

Tabela 31. Tipos morfológicos e composição em número de progênes em relação à largura das folhas das mudas das progênes

<b>Tipo morfológico</b>	<b>Amplitude (cm)</b>	<b>Número de matrizes</b>
1	1,50 a 1,86	13
2	1,87 a 2,24	23
3	2,25 a 2,62	3

A maioria das progênes, em fase de mudas, foram classificadas no tipo 2, folhas intermediárias quanto ao comprimento e largura. Em torno de 50% das progênes apresentaram folhas de 5,81 cm a 6,80 cm de comprimento e de 1,87 cm a 2,24 cm de largura.

Tabela 32. Largura das folhas das mudas das progênies e seus respectivos tipos morfológicos

<b>Matriz</b>	<b>Largura folhas (cm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Matriz</b>	<b>Largura folhas (cm)</b>	<b>Tipo</b>
<b>1</b>	2,30	3	<b>24</b>	1,80	1
<b>2</b>	2,20	2	<b>25</b>	1,70	1
<b>3</b>	2,20	2	<b>26</b>	1,50	1
<b>4</b>	2,10	2	<b>27</b>	1,80	1
<b>5</b>	1,70	1	<b>28</b>	1,80	1
<b>6</b>	1,90	2	<b>29</b>	1,90	2
<b>7</b>	2,40	3	<b>30</b>	1,80	1
<b>8</b>	2,20	2	<b>31</b>	1,70	1
<b>9</b>	1,90	2	<b>32</b>	2,00	2
<b>10</b>	1,90	2	<b>33</b>	2,10	2
<b>11</b>	2,60	3	<b>34</b>	2,50	3
<b>12</b>	2,10	2	<b>35</b>	2,10	2
<b>13</b>	2,00	2	<b>36</b>	2,00	2
<b>14</b>	2,20	2	<b>37</b>	2,00	2
<b>15</b>	2,00	2	<b>38</b>	1,90	2
<b>16</b>	2,10	2	<b>39</b>	1,80	1
<b>17</b>	1,50	1	<b>40</b>	2,60	3
<b>18</b>	1,80	1	<b>41</b>	2,40	3
<b>19</b>	2,30	3	<b>42</b>	2,40	3
<b>20</b>	1,90	2	<b>43</b>	2,20	2
<b>21</b>	1,90	2	<b>44</b>	2,30	3
<b>22</b>	2,20	2			
<b>23</b>	1,70	1	<b>45</b>	1,60	1

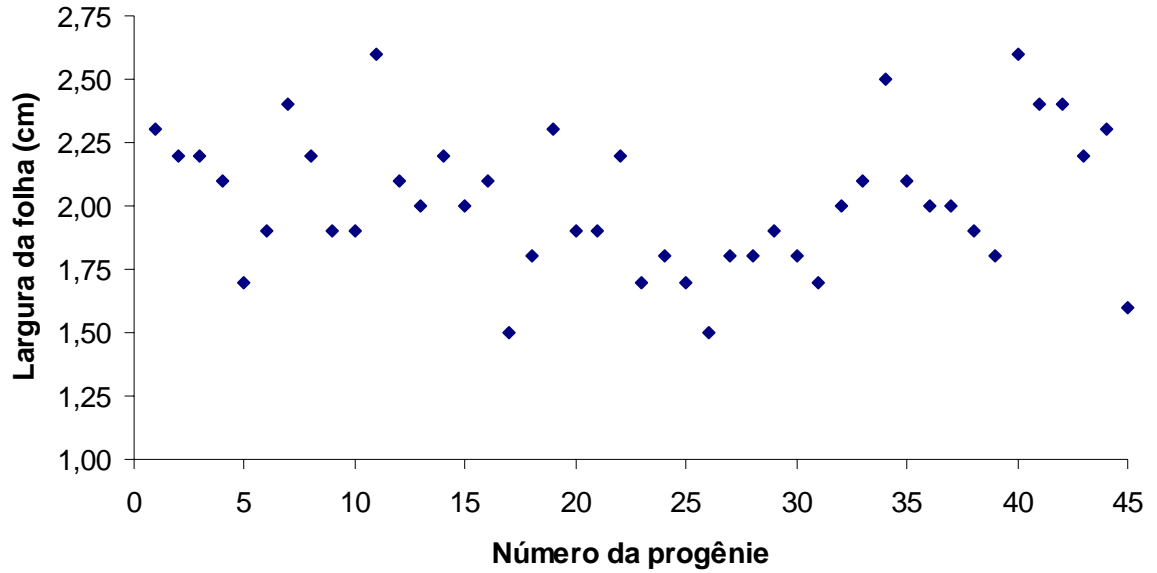


Figura 14 - Distribuição das mudas das progênie em relação à largura das folhas

As tabelas 33 e 34 apresentam o número de matrizes em cada um dos três grupos formados pelo ranqueamento das progênie, em função dos tipos morfológicos estabelecidos pela largura e comprimento das folhas das progênie, em fase de mudas.

Tabela 33. Distribuição das progênie classificadas morfológicamente pela largura das folhas nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento

Grupos	Largura das folhas		
	Estreitas	Intermediárias	Largas
<b>Superiores</b>	4	8	3
<b>Intermediárias</b>	4	9	2
<b>Inferiores</b>	5	6	4
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>9</b>

Tabela 34. Distribuição das progênes classificadas morfológicamente pelo comprimento das folhas nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento

<b>Grupos</b>	<b>Comprimento das folhas</b>		
	<b>Curtas</b>	<b>Intermediárias</b>	<b>Longas</b>
<b>Superiores</b>	4	8	3
<b>Intermediárias</b>	3	7	5
<b>Inferiores</b>	4	5	6
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>14</b>

Conforme os resultados apresentados, a largura das folhas não apresenta correlação com a sua produção, rendimento de óleo e seu teor de citronelal. Quanto ao comprimento, a tendência de seleção deve ser para folhas de intermediárias à curtas, devendo-se evitar folhas longas.

#### 4.5.3 Pilosidade

As mudas das progênes foram avaliadas quanto à intensidade de pilosidade, conforme as tabelas 35 a 36 e ilustrada pela figura 15.

Tabela 35. Tipos morfológicos e composição em relação à intensidade de pilosidade das mudas das progênes

<b>Tipo morfológico</b>	<b>Intensidade de pilosidade</b>	<b>Número de matrizes</b>
1	Baixa	13
2	Média	20
3	Alta	12

Tabela 36. Classificação das mudas das progênies em função dos tipos morfológicos da intensidade da pilosidade

<b>Matriz</b>	<b>Pilosidade</b>	<b>Tipo</b>	<b>Matriz</b>	<b>Pilosidade</b>	<b>Tipo</b>
<b>1</b>	Baixa	1	<b>24</b>	Alta	3
<b>2</b>	Média	2	<b>25</b>	Alta	3
<b>3</b>	Média	2	<b>26</b>	Alta	3
<b>4</b>	Média	2	<b>27</b>	Baixa	1
<b>5</b>	Média	2	<b>28</b>	Baixa	1
<b>6</b>	Média	2	<b>29</b>	Baixa	1
<b>7</b>	Média	2	<b>30</b>	Baixa	1
<b>8</b>	Baixa	1	<b>31</b>	Baixa	1
<b>9</b>	Média	2	<b>32</b>	Baixa	1
<b>10</b>	Alta	3	<b>33</b>	Média	2
<b>11</b>	Alta	3	<b>34</b>	Média	2
<b>12</b>	Alta	3	<b>35</b>	Média	2
<b>13</b>	Alta	3	<b>36</b>	Baixa	1
<b>14</b>	Média	2	<b>37</b>	Média	2
<b>15</b>	Alta	3	<b>38</b>	Baixa	1
<b>16</b>	Alta	3	<b>39</b>	Média	2
<b>17</b>	Baixa	1	<b>40</b>	Média	2
<b>18</b>	Média	2	<b>41</b>	Média	2
<b>19</b>	Baixa	1	<b>42</b>	Média	2
<b>20</b>	Alta	3	<b>43</b>	Alta	3
<b>21</b>	Média	2	<b>44</b>	Alta	3
<b>22</b>	Média	2			
<b>23</b>	Baixa	1	<b>45</b>	Média	2

A tabela 36 apresenta o número de matrizes locadas em cada um dos três grupos, formados pelo ranqueamento das progênies, em função dos tipos morfológicos estabelecidos pela intensidade da pilosidade, nas progênies em fase de mudas.

Tabela 37. Distribuição das progênies classificadas morfológicamente pela intensidade de pilosidade nos grupos estabelecidos pelo ranqueamento

<b>Grupos</b>	<b>Pilosidade (intensidade)</b>		
	<b>Baixa</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>
<b>Superiores</b>	3	9	3
<b>Intermediárias</b>	5	5	5
<b>Inferiores</b>	5	6	4
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>12</b>

De acordo com os resultados, a seleção para produção de óleo essencial deve priorizar as mudas que possuem pilosidade numa intensidade intermediária, devendo-se evitar a de baixa intensidade de pilosidade. A maioria das progênies, classificadas de acordo com o ranqueamento como superiores, se concentraram nas mudas com uma intensidade de pilosidade média.

## 5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento inicial das plantas, em altura, foi excelente o que possibilita o início da colheita das folhas em idade inferior a praticada comercialmente.

Existe pouca variabilidade genética, para os caracteres estudados, indicando que investimentos em manejo devam ser implementados para se obter ganhos na produção e qualidade do óleo essencial.

O caráter produção de biomassa comparado aos caracteres altura da planta, rendimento do óleo essencial e qualidade do óleo essencial, expressou maiores ganhos quando praticada a seleção de progênies.

A população apresenta média superior, no rendimento e qualidade do óleo essencial, comparada a encontrada comercialmente viabilizando com isso seu uso em plantios comerciais.

Os caracteres morfológicos podem ser utilizados como instrumento de orientação na seleção de materiais genéticos, para isso necessita de mais estudos visando sua implementação.

A continuidade da pesquisa é importante para que estabeleça parâmetros de comparação com talhões comerciais, e confira maior segurança quanto a metodologia aplicada no estudo.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.M.; GOMES, S.S. Influência de alguns fatores não genéticos sobre o teor de óleo essencial em folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.181-189, jan/dez 2000.
- ANDRADE, E.N. **O eucalipto**. São Paulo: Chácaras e Quintais, 1939. 122p.
- ANDRADE, H.B. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* L. Heritier nas regiões norte e noroeste do Estado de Minas Gerais. Lavras, 1991. 117p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- ASSIS, T.F. Estimativas de herdabilidade e correlações em progênies jovens de *Eucalyptus grandis*. Viçosa, 1980. 49 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Florestais, Universidade Federal de Viçosa.
- ASSIS, T.F.; BRUNE, A.; EUCLYDES, R.F. Ensaio de procedência de *Eucalyptus citriodora* HOOK. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.162-164, 1983.
- BARTON, A.F.M.; COTTERILL, P.P.; BROOKER, M.I.H. Heritability of cineole yield in *Eucalyptus kochii*. **Silvae Genetica**, v.40, n.1, p.37-38, 1991.
- BERTI FILHO, E. O parasitismo no controle integrado de pragas florestais. **Silvicultura**, v.10, n.39, p.7-10, 1984.

- BOLAND, D.J. Agroforestry: its role, importance and promotion. In: WORLD FORESTRY CONGRESS, 10. Paris, 1991. **Proceedings**. Paris: RFF, 1991. v.3, p.111-123.
- BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; HOUSE, A.P.N. **Eucalyptus leaf oils** - use, chemistry, distillation and marketing. Melbourne: INKATA; ACIAR; CSIRO, 1991. 247p.
- BOLAND, D.J.; BROOKER, M.H.; CHIPPENDALE, G.M. et al. **Forest trees of Australia**, 4.ed. Melbourne: CSIRO, 1994. 703p.
- BRAGA, H.C. Óleos essenciais do Brasil: estudo econômico. Rio de Janeiro: Editora Ministério da Agricultura. 1971. 158p.
- BRAGA, N.P. Influência da secagem no rendimento e na composição do óleo essencial das folhas de *Eucalyptus citriodora*. Campinas, 2002. 151p. Tese Mestrado – Faculdade de Engenharia e Química. Universidade Estadual de Campinas.
- BRAGA, N.P.; BRITO, J.O.; CREMASCO, M.A. Estudo do efeito da temperatura na composição do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* durante a secagem em leito fixo In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS PARTICULADOS. **Anais** São João del' Rey: Universidade Federal de Minas Gerais, 2001. 5p.
- COPPEN, J.J.W.; HOME, G.A. **Eucalyptus oils**: a review of production an markets. Chatham: Natural Resources Institute, 1992. 45p. (NRI Bulletin, 56)
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1994. 402p.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes** : versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística.Viçosa: UFV, 2001. 648p.

- DONALÍSIO, M.G.R. Pesquisa sobre plantas aromáticas no Instituto Agronômico de Campinas. In: SIMPÓSIO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, São Paulo, 1986. **Anais.** São Paulo: Fundação Cargill, 1986. p.11-14.
- DORAN, J.C. Commercial sources, uses, formation, and biology. In: BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; HOUSE, A.P.N. ***Eucalyptus leaf oils*: use, chemistry, distillation and marketing.** Melbourne: Inkata, 1991. p.11-28.
- DORAN, J.C; BROPHY, J.J. Tropical red gums – a source of 1,8 – cineole-rich *Eucalyptus oil* **New Forest**, n.4, p.157-187, 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, 1999. 412p.
- FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa.** Viçosa: UFV, 1987. 279p.
- FERREIRA, M. Formação de populações base de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Brasil Florestal**, v.14, n.62, p.13-18, out./dez. 1987.
- FERREIRA, M. A contribuição do setor do LCF/ IPEF para a silvicultura intensiva brasileira. **IPEF**, v.46, p.8-31, 1993.
- FERREIRA, M.; SIMÕES, J.W.; SCANAVACA JÚNIOR, L. et al. Variação entre procedências, raças locais e progênies de *E. citriodora* Hook e suas implicações no melhoramento genético. **Série Científica.** IPEF-ESALQ, v.1, p.1-19, 1993.
- GALANTI, S. **Produção de óleo essencial do *Eucalyptus citriodora* Hooker, no município de Torrinha, Estado de São Paulo.** Viçosa: UFV, 1987. 49p. (Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal).

- GARCIA, C.H. Tabelas para classificação do coeficiente de variação. **Circular Técnica IPEF**, n. 171, p.1-11, nov. 1989.
- GIANPAULA, C. ***Eucalyptus* para a produção de óleos essenciais**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Departamento de Ciências Florestais, 1993. 15p.
- GIMÉNEZ, M.C., ROMERO, A., OKULIK, N. JUDIS, M.A. Contenido de esencias en ejemplares de *Eucalyptus citriodora* en Roque Sáenz Peña, Chaco. **Revista de Ciências Forestales**, n.7, p.67-71, 1999.
- GOLFARI, L. O problema do cancro de eucalipto, causado por *Diaporthe cubensis* Bruner, sob o ponto de vista ecológico. **Brasil Florestal**, v.6, n.23, p.3-8, jul./set.1975.
- GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Brasília: PRODEPEF/ PNUD/ FAO/ IBDG/ BRA-45, 1978. 66p. (Série Técnica, 11)
- GUENTHER, E. The essential oils. 2 ed. New York: Editora D. Van Nostrand 1948. v.1. p.437-525.
- GUENTHER, E. The production of essential oil: methods of distillation on, effleurage, maceration, and extraction with volatile solvents, In: GUENTHER, E. The essential oils. 2 ed. New York: Robert E. Krieger , 1972. v.1.
- GURGEL, O.A.; CORSINI, C.A. Caracteres silviculturais do *Eucalyptus citriodora* Hook. **Brasil Florestal**, v.4, p.14, 1973.
- GURGEL, O.A.; CORSINI, C.A.; VICTOR, M.A.M. **O *Eucalyptus citriodora* conduzido sob as características do CCT method**. Piracicaba: ESALQ/DG, 1973. 9p.

- HELLYER, R.O.; LASSAK, E.V.; MCKERN, H.H.G.; WILLIS, I.L. Chemical variation within *Eucalyptus dives*. **Phytochemistry** v.8, p.1513-1514, 1969.
- HILL, K.D.; JOHNSON, L.A.S. Systematic studies in eucalyptus. 7. A revision of the bloodwoods, genus *Corymbia* (Myrtaceae). **Telopea**, v.6, p.173-505, 1995.
- KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis*. Piracicaba, 1980. 132p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- KEIDING, H. Selection of individual trees. In: FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, Limuru, 1973. **Anais**. Rome: FAO, 1974. p.165-175.
- KRONKA, F.J.N. Inventário florestal das áreas reflorestadas no Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do meio Ambiente/ Instituto Florestal, 2002. 148p.
- LASSAK, E.V. The Australian *Eucalyptus* oil industry, past and present. **Chemistry in Australia**, v.55, p.396-398, 1988.
- LOFGREN, A. **Notas sobre as plantas exóticas introduzidas no Estado de São Paulo**. São Paulo: Revista Agrícola, 1906. 238p.
- MAFFEIS, A.R.; SILVEIRA, R.L.V.A.; BRITO, J.O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial de *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, n.57, p.87-98, jun. 2000.
- MAWNGI, J.W.; GUANTAI, A.N.; MURIUKI, G. *Eucalyptus citriodora* – Essential oil content and chemical varieties in Kenya. **East African Agricultural Forestry Journal**, v.46, n.4, p. 89-96, 1981.

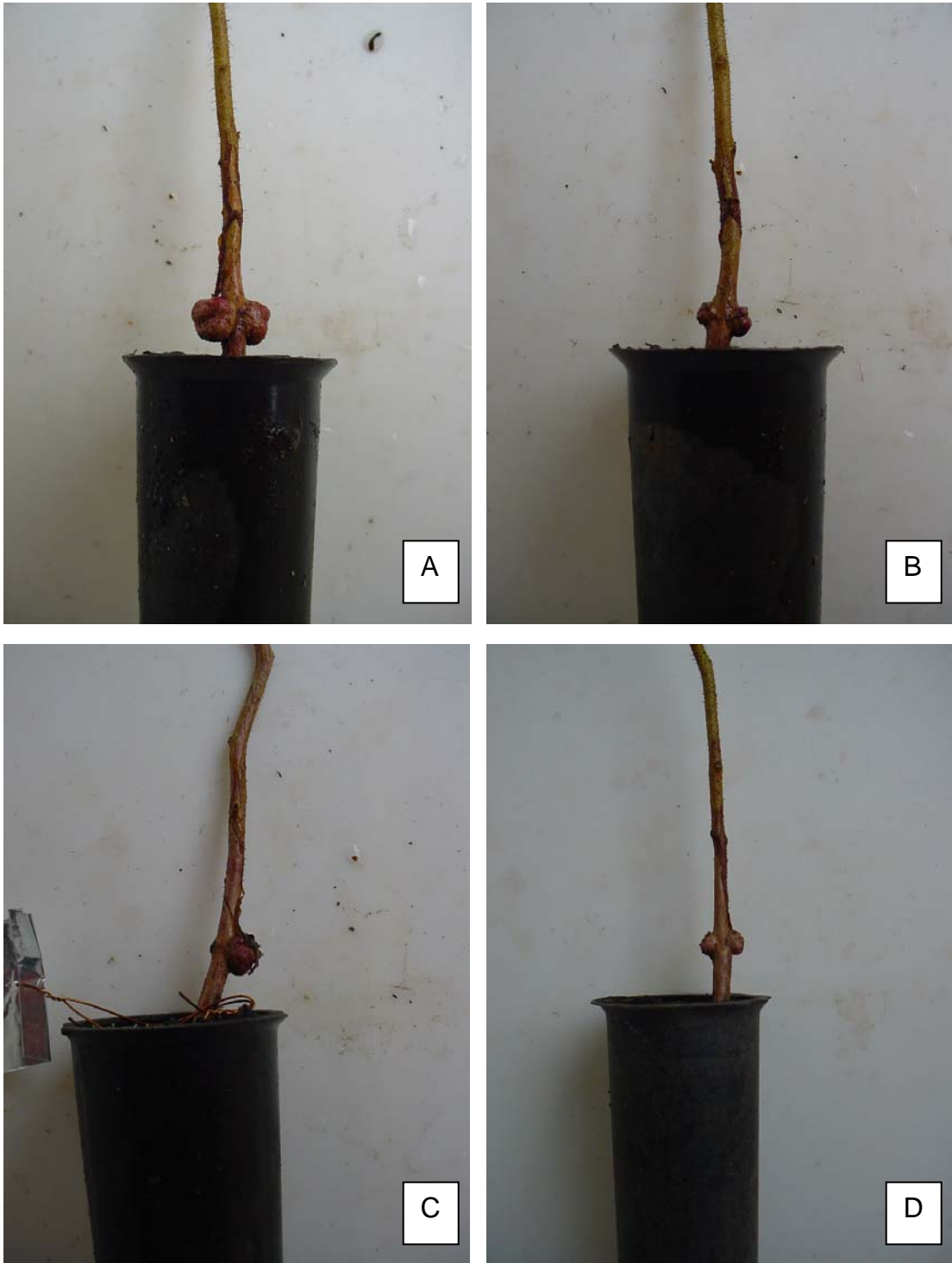
- MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v.7, p.40-51, 1978.
- PENFOLD, A.R.; WILLIS J.L. **The eucalypts** – botany, cultivation, chemistry and utilization. London: Leonard Hill, 1961. 550p.
- PRYOR, L.D.; JOHNSON, L.A.S. **A classification of the eucalypts**. Canberra: ANU, 1971. 112p.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Fisiologia da brotação de eucalipto, com ênfase nas suas relações hídricas. **Série técnica IPEF**, v.11, n.30, p.9-22, 1997.
- RESENDE, M.D.V. Modelos computacionais reduzidos e equivalentes para o BLUP/REML individual no melhoramento de plantas perenes. **Documentos EMBRAPA Florestas**, n.61, p.1-33, nov.2001.
- RESENDE, M.D.V. Software SELEGEM – REML/BLUP. **Documentos EMBRAPA Florestais**, n.77, p.1-67, dez.2002.
- ROBINSON, H.F.; COCKERHAN, C.C. Estimación y significado de los parâmetros genéticos. **Fitotecnia Latinoamericana**, v.2, p.23-38, 1965.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; TAKAHASHI, E.N.; SGARBI, F. et al. Crescimento e estado nutricional de brotações de *Eucalyptus citriodora* sob doses de boro em solução nutritiva. **Scientia Forestalis**, n.57, p.53-67, jun. 2000.
- SILVEIRA, A.M.; BRITO, J.O. Levantamento sobre o mercado de óleos essenciais de eucalipto nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. 3., Piracicaba, 1995. **Anais**. São Paulo: USP, 1995, v.1, p. 391.

- SHELBOURNE, C.J.A.; CROCKREN, F.R.M. **Progeny and clonal test designs for New Zealand's tree breeding programs**. New Zealand: New Zealand Forestry Research Institute, 1969. 15p. (Tree Improvement Report, 41).
- SIQUEIRA, E.R.; RIBEIRO, F.E.; CARVALHO, P.E.R.; DRUMOND, M.A. Comportamento inicial de espécies florestais exóticas na região da mata atlântica de Sergipe. **Revista Árvore**, v.26, n.1, p.13-17, 2002.
- SISTEMA ALICE: Sistema de Análise da Informações de Comércio Exterior. [www.portaldoexportador.gov.br/sistema.asp](http://www.portaldoexportador.gov.br/sistema.asp) (5 jun. 2004).
- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.C. (coord.) **Genética quantitative**. s.l.: Melhoramentos, 1969. p. 17-37.
- VITTI, A.M.S. Avaliação do crescimento e do rendimento e qualidade do óleo essencial de procedências de *Eucalyptus citriodora*. Piracicaba, 1999. 71p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo.
- VITTI, A.M.S.; BRITO, O.J. Avaliação do rendimento e do teor de citronelal do óleo essencial de procedências e raças locais de *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, n.56, p.145-154, dez.1999.
- VITTI, A.M.S.; BRITO, O.J. **Óleo essencial de eucalipto**. Piracicaba: ESALQ 2003. 26p. (Documentos Florestais).
- WARREN, R.G. Practical aspects of marketing essential oils. In: BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; HOUSE, A.P.N. *Eucalyptus* leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing. Melbourne: ACIAR/ CSIRO, 1991. p.195-204.

XAVIER, A. Variabilidade genética de óleo essencial e de crescimento em progênies de meio-irmãos de *E. citriodora* Hook Viçosa, 1993. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Florestais, Universidade Federal de Viçosa.



## **APÊNDICES**



Apêndice 1. A, B, C e D - lignotubérculo das mudas das progênies de *C. citriodora*.



Apêndice 2. A) mudas com folhas longas e estreitas ; B) mudas com folhas intermediárias quanto ao comprimento e largura e C) mudas com folhas largas e curtas.



Apêndice 3. A) mudas com intensidade de pilosidade alta ; B) mudas com intensidade média de pilosidade e C) mudas com intensidade baixa de pilosidade.