

Bio-268



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Trabalho de Culminação de Estudos



Efeito de diferentes concentrações de Ácido 3-Indol-Butírico (IBA) e Ácido Naftaleno Acético (NAA) na indução de raízes em estacas caulinares de *Warburgia salutaris* (Bertol. f.) Chiov. usando solo da Reserva Florestal de Licuáti.

**Autora:** Eunice Roia Alfai



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Trabalho de Culminação de Estudos

Efeito de diferentes concentrações de Ácido 3-Indol-Butírico (IBA) e Ácido Naftaleno Acético (NAA) na indução de raízes em estacas caulinares de *Warburgia salutaris* (Bertol. f.) Chiov. usando solo da Reserva Florestal de Licuáti.

**Supervisores**

Prof. Doutor Orlando Quilambo  
dra. Célia Martins

**Autora**

Eunice Roia Alfai

Maputo, Dezembro de 2008

## AGRADECIMENTOS

- Ao meu supervisor Prof. Doutor. Orlando Quilambo, pela disponibilidade, apoio e fornecimento de informações relacionadas com o trabalho, assim como fonte dos primeiros conhecimentos de Fisiologia Vegetal.
- À dra. Célia Martins, pela disponibilidade, sugestões, paciência, simpatia, e acompanhamento prestado durante a realização do presente trabalho.
- Ao meu falecido pai João Alfai, à minha mãe Gracinda João Roia Alfai, aos meus irmãos Graciete, Filomena, Elsa, Idalina, Milton, João, sobrinhos e ao meu namorado Borze, pelo carinho, motivação, apoio fornecido durante o curso e durante a realização do presente trabalho.
- À dra. Sónia Ventura, Sr. Domingos, Sr. Jotamo, Sr. Simião, dona Cecília, pela ajuda prestada durante a recolha de estacas de *Warburgia salutaris* na Reserva Florestal de Licuáti, e durante a montagem da experiência na Estufa do Departamento de Ciências Biológicas.
- À dona Helena e Sr. Sitóe técnicos do Laboratório de Fisiologia Vegetal pelo apoio durante a preparação das soluções usadas na experiência.
- À todos docentes e funcionários do Departamento de Ciências Biológicas que directa ou indirectamente contribuíram para a minha formação.
- Aos meus colegas do curso, Alda, Fernando, Januário e Filipe pela simpatia e amizade concedida.
- Finalmente aos meus colegas que ingressaram no Departamento de Ciências Biológicas no ano 2004/2005, pela amizade concedida.

**Declaração de Honra**

Declaro por minha honra que o presente trabalho é de minha autoria e que os dados nele apresentados reflectem a realidade da experiência realizada.

*Eunice Roia Alfai*

---

**Eunice Roia Alfai**

## DEDICATÓRIA

*Dedico o presente trabalho ao meu falecido pai João Alfai, a minha mãe Gracinda João Roia Alfai que são fonte da minha inspiração, aos meus irmãos Graciete, Filomena, Elsa, Idalina, Milton, João, sobrinhos e ao meu namorado Borze pelo carinho concedido em todos momentos da minha vida.*

## ABREVIATURAS

- IBA - Ácido 3-Indol-Butírico
- NAA - Ácido Naftaleno Acético
- DCB - Departamento de Ciências Biológicas
- RFL - Reserva Florestal de Licuáti
- C - Estacas tratadas com 0 mg/l (tratamento neutro)
- A1 - Estacas tratadas com IBA à 2.500 ppm ou 2.500 mg/l
- A2 - Estacas tratadas com IBA à 5.000 ppm ou 5.000 mg/l
- A3 - Estacas tratadas com IBA à 10.000 ppm ou 10.000 mg/l
- B1 - Estacas tratadas com NAA à 2.500 ppm ou 2.500 mg/l
- B2 - Estacas tratadas com NAA à 5.000 ppm ou 5.000 mg/l
- B3 - Estacas tratadas com NAA à 10.000 ppm ou 10.000 mg/l
- mg/100 - miligramas por 100
- mg/100 - miligramas por 100
- mS/cm - millisiemens por centímetro

## RESUMO

O presente trabalho teve como objectivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de Ácido 3-Indol-Butírico (IBA) e Ácido Naftaleno Acético (NAA) na indução de raízes em estacas caulinares de *Warburgia salutaris* (Bertol. f.) Chiov. usando solo da Reserva Florestal de Licuáti como substrato principal. A experiência consistiu em dois tratamentos, o primeiro usando como substrato o solo da Reserva Florestal de Licuáti e o segundo usando solo dos arredores da estufa do DCB. Foram colhidas 210 estacas de ramos apicais da planta mãe, sendo usadas 105 estacas por cada tratamento. Em cada tratamento, foram imersas 15 estacas durante 3 à 5 segundos nas seguintes concentrações de IBA e NAA (0; 2.500; 5.000 e 10.000 mg/l), onde 0 mg/l correspondeu ao tratamento controle e em seguida foram colocadas em vasos contendo o respectivo solo. No final da experiência, chegou-se a conclusão que as diferentes concentrações de IBA e NAA usadas no presente trabalho não promoveram o enraizamento das estacas de *Warburgia salutaris*. No substrato de enraizamento usando solo da Reserva Florestal de Licuáti, os tratamentos controle e IBA à 5.000 mg/l foram os que promoveram maior percentagem de sobrevivência, 33.3% e 6.7% respectivamente e no substrato de enraizamento usando solo de Arredores da Estufa. Os tratamentos com IBA à 2.500 mg/l e controle foram os que promoveram maior percentagem de enraizamento, 20% e 13.3% respectivamente. A concentração de IBA à 2.500 mg/l foi a que promoveu maior número médio de brotos por tratamento no substrato usando solo da Reserva Florestal de Licuáti e no substrato de enraizamento usando solo dos arredores da estufa, verificou-se maior número médio de brotos por tratamento, no tratamento controle e NAA à 2.500 mg/l.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO .....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
3.1. Aspectos gerais sobre propagação vegetativa.....	12
3.2. Factores que afectam a habilidade de formação de raízes em estacas .....	12
3.2.1. Factores ligados à planta mãe .....	13
3.2.2. Factores ambientais.....	15
4. OBJECTIVOS.....	17
4.1. Objectivo geral.....	17
4.2. Objectivos específicos.....	17
5. HIPÓTESE.....	17
6. ÁREA DE ESTUDO.....	18
7. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
7.1. Material vegetal.....	20
7.2. Substrato de enraizamento (solo).....	20
7.3. Material e equipamento experimental.....	21
7.4. Soluções e reagentes .....	21
7.4.1. Preparação das soluções.....	21
7.5. Colheita e preparação das estacas .....	22
7.6. Montagem do ensaio .....	23
7.7. Análise estatística dos dados.....	25
8. RESULTADOS.....	26
8.1. Composição química e física dos dois substratos de enraizamento.....	26
8.2. Efeito de IBA e NAA no enraizamento e sobrevivência das estacas usando solo da Reserva Florestal de Licuáti.....	27
8.3. Efeito de IBA e NAA na sobrevivência das estacas usando o solo dos arredores da estufa .....	28
8.4. Efeito das diferentes concentrações de IBA e NAA na sobrevivência das estacas nos dois substratos depois de 120 dias da experiência.....	29



8.5. Efeito de IBA e NAA no número médio de brotos formados por tratamento no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti .....	30
8.6. Efeito de IBA e NAA no número médio de brotos formados no tratamento usando solo dos arredores da estufa .....	33
8.7. Efeito das diferentes concentrações de IBA e NAA no número médio de brotos formados por tratamento nos dois substratos depois de 120 dias da experiência ..	36
9. DISCUSSÃO.....	37
10. CONCLUSÃO .....	43
11. RECOMENDAÇÕES.....	44
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
ANEXOS .....	50

## 1. INTRODUÇÃO

A *Warburgia salutaris* é uma planta medicinal que pertence a família Canellaceae (Rabe & van Staden, 2000). Ela apresenta porte médio (Krog *et al.*, 2006), usualmente entre 5 - 10 m de altura, mas pode chegar até 20 m em certas áreas (Palgrave, 2002). Apresenta um tecido áspero em volta da casca, com uma cor avermelhada no interior (Krog *et al.*, 2006).

De acordo com Krog *et al.* (2006), a *Warburgia salutaris* (Bertol. f.) Chiov. ocorre no sul da África como um raro componente das florestas costeiras e sub montanhosas do Zimbabwe, Moçambique, Suazilândia e África do Sul, mas também é encontrada na Zâmbia e Malawi.

Em Moçambique, a planta pode ser encontrada nas florestas abertas e sub-montanhosas do extremo sul do país, onde é conhecida com o nome vernacular de “Chibaha” (Rabe & van Staden, 2000). Esta planta encontra-se em perigo de extinção nacional (Krog *et al.*, 2006) devido ao uso excessivo por colectores da medicina tradicional, sendo usada maioritariamente a casca (Rabe & van Staden, 2000).

A casca desta planta em Moçambique é aplicada no tratamento de anginas e constipações, inflamação das gengivas em crianças, doenças de garganta, perturbações peitorais, perturbações pulmonares, feridas na boca, sinusites (Jansen & Mendes, 1990), reumatismo, doenças venéreas, dores de cabeça, dores de dente, úlceras gástricas (van Wyk *et al.*, 1997; van Wyk & Gericke, 2000), dores estomacais (Wube *et al.*, 2005), malária, influenza (Rabe & van Staden, 2000). As folhas por serem pimentosas, são por vezes utilizadas no caril (Jansen & Mendes, 1990).

Segundo Jansen & Mendes (1990), a *Warburgia salutaris* encontra-se em Moçambique em período de floração de Março à Maio, e em período de frutificação de Outubro à Janeiro. A casca de *Warburgia salutaris* contém séries de sesquiterpenóides tais como, poligodial, warburganal (van Wyk & Wink, 2004; Wube *et al.*, 2005), com efeitos anti-

fúngicos, anti-ulcera, anti-microbianos, moluscidas (Wube *et al.*, 2005) e anti-bacterianos (Rabe & van Staden, 2000). Também se acredita que tenha manitol (van Wyk & Wink, 2004). No sul da África, região da qual o nosso país faz parte, a casca das árvores é usada em cerca de 83% para aplicação medicinal (Zschocke *et al.*, 2000).

Na Europa, China e Índia, as plantas medicinais são na sua maioria cultivadas em grande escala para responder a grande demanda da medicina a base de plantas, ao passo que em África, a prática comum continua sendo a colecta de plantas medicinais nas populações naturais (florestas) (Zschocke *et al.*, 2000).

A propagação vegetativa pode constituir uma alternativa para a reposição de plantas ameaçadas ou sobre exploradas e o tratamento de estacas com hormonas vegetais como por exemplo, auxinas tem efeito na formação de raízes em estacas, aumentando a percentagem de estacas que formam raízes e que poderão se desenvolver como plantas independentes (Hartmann *et al.*, 1997).

Dentre as auxinas mais utilizadas, podem-se citar o Ácido 3-Indol-Acético (IAA), o Ácido 3-Indol-Butírico (IBA) e o Ácido Naftaleno Acético (NAA) (Hartmann *et al.*, 1997; Krog *et al.*, 2006).

No presente trabalho, foram empregues duas auxinas sintéticas, o Ácido 3-Indol-Butírico (IBA) e Ácido Naftaleno Acético (NAA) para a promoção de enraizamento em estacas de *Warburgia salutaris*, porque segundo Hartmann *et al.* (1997), elas não se desintegram prontamente quando aplicadas aos tecidos vivos e ocorrerem naturalmente. Segundo os mesmos autores, o Ácido 3-Indol-Acético (AIA) também ocorre naturalmente, mas é sensível a luz e é rapidamente inactivado podendo ser destruído por oxidação pela enzima AIA oxidase.

A acção positiva das auxinas sobre o enraizamento das estacas deve estar relacionada com a divisão das células que dará origem às raízes (Ono *et al.*, 1992). A formação de raízes adventícias e brotos é dependente das células da planta para a diferenciação e desenvolvimento em uma raiz ou um sistema de raízes (Hartmann *et al.*, 1997).

## 2. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Em Moçambique a *Warburgia salutaris* comumente conhecida por Chibaha, constitui uma das espécies de maior procura para medicina tradicional (Krog *et al.*, 2006). Espécies de plantas que têm um crescimento e reprodução lentos tal como a *Warburgia salutaris*, e com distribuição limitada são especialmente vulneráveis à excessiva colecta por parte do Homem (Wube *et al.*, 2005). Como consequência muitas destas espécies estão ameaçadas ou correm risco de extinção (Zschocke *et al.*, 2000). Na planta a casca é a parte mais procurada, por apresentar grande concentração de substâncias secundárias (Stefanello *et al.*, 2006).

Têm sido conduzidas pesquisas com o objectivo de propagar *Warburgia salutaris* através de estacas pela Universidade Eduardo Mondlane, Departamento de Ciências Biológicas (Krog *et al.*, 2006), no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique e no Jardim Tunduro (Chivambo, 2006), mas os resultados preliminares não mostraram resultados satisfatórios, visto que estacas caulinares precisam de estimulação hormonal de modo a ter um sucesso na indução de enraizamento (Krog *et al.*, 2006).

Existem inúmeras estratégias possíveis para resolver o problema da extracção da casca (Zschocke *et al.*, 2000). Uma delas pode ser o estabelecimento de áreas de conservação e leis obrigatórias contra a colecta de casca. Outra que não tem recebido muita atenção pode ser o encorajamento dos colectores a usarem partes alternativas das plantas tal como as folhas e frutos que provavelmente não danificam as plantas comparativamente a extracção de casca, a terceira seria o cultivo em larga escala das plantas, o que pode não ser viável a curto prazo para suprir a quantidade suficiente de casca devido ao crescimento lento destas plantas (Zschocke *et al.*, 2000; Rabe & van Staden, 2000), no entanto a longo prazo pode se tornar uma alternativa viável, e é aqui onde se insere o presente trabalho.

Estudos realizados por Miquitaio (2006), em relação aos efeitos de diferentes concentrações do Ácido 3-Indol-Butírico (IBA) e Ácido Naftaleno Acético (NAA) na formação de raízes adventícias em estacas caulinares de *Warburgia salutaris* (Bertol. f.) Chiov. ("Chibaha") mostraram que é difícil a propagação da presente espécie por este método. No entanto um estudo usando como substrato de enraizamento o solo colectado na Reserva Florestal de Licuáti poderá mostrar resultados satisfatórios, visto que é o ambiente natural em que pode ser encontrada a espécie em estudo e Higashi & Silveira (2000), trabalhando com enraizamento de *Eucalyptus*, verificaram a influência do tipo de substrato no enraizamento das estacas.

Face à grande procura pela medicina tradicional desta planta em Moçambique e a possibilidade de se encontrar ameaçada ou em risco de extinção, há necessidade de uma rápida produção massiva de mudas vigorosas, de modo a expandir esta espécie de planta e minimizar a excessiva exploração sobre a sua população natural.

Assim, no presente trabalho é testado o método de propagação vegetativa de *Warburgia salutaris* por meio de estacas com aplicação de auxinas sintéticas, tendo como substrato principal de enraizamento o solo da Reserva Florestal de Licuáti que é onde a planta ocorre naturalmente e usando como controle o solo dos arredores da estufa do Departamento de Ciências Biológicas, de forma a tornar possível a propagação da espécie através desta técnica e consequentemente minimizar o risco de extinção que a planta tem vindo a apresentar em Moçambique.

O uso de auxinas no presente estudo aparece como forma de estimular o enraizamento de estacas de *Warburgia salutaris*, pois, estudos de enraizamento de estacas, têm mostrado que é necessário o emprego de reguladores de crescimento para tornar mais eficiente a formação de raízes, visto que essas substâncias, além de acelerarem o processo de enraizamento, melhoram a qualidade das raízes formadas, produzindo mudas com uniformidade (Ono *et al.*, 1992; Hartmann *et al.*, 1997).

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Aspectos gerais sobre propagação vegetativa**

A propagação de plantas envolve a sua multiplicação e produção de plantas usando propágulos que representam um determinado genótipo. O propágulo é qualquer parte da planta usada para a produzir uma nova planta ou uma população de plantas. Propágulos específicos incluem sementes, estacas, explantes, brotos, enxertos e vários tipos de estruturas especializadas como bolbos, colmos e turberculos (Hartmann *et al.*, 1997).

Assim, a estaquia tem despontado como um dos melhores métodos de propagação vegetativa, pois tem sido considerada estratégica na melhoria da produtividade e qualidade das culturas, superando em algumas espécies a reprodução por sementes. De modo geral, as vantagens da utilização da estaquia estão na uniformidade dos plantios, adaptação de clones específicos para determinadas áreas, produção precoce e maximização da produção em quantidade e qualidade para determinados fins (Dias *et al.*, 1999).

Existem grandes diferenças na capacidade de enraizamento entre espécies e cultivares (Hartmann *et al.*, 1997). A capacidade de enraizamento varia com a espécie, levando à existência de espécies que apresentam fácil, médio ou difícil enraizamento das estacas em relação às outras. Isto, pode ser devido à interação de diversos factores e não somente devido às características genéticas das cultivares (Barbosa *et al.*, 2007).

#### **3.2. Factores que afectam a habilidade de formação de raízes em estacas**

A propagação vegetativa por estaquia é um processo de multiplicação vegetativa que permite obter plantas geneticamente iguais à planta mãe, ou seja, multiplicar e conservar as características genéticas de plantas de qualidade superior (Fernandes *et al.*, 2007).

Existe grande diferença na habilidade de formação de raízes pelas espécies. Estacas caulinares de algumas espécies formam raízes mais rapidamente e fornecem maior percentagem de enraizamento que outras espécies. A maior parte das espécies exigem uma selecção cuidadosa na colheita das estacas de modo a não fornecer material para estacas contaminado, assim como o controle das condições ambientais durante o processo de enraizamento (Hartmann *et al.*, 1997).

Vários factores podem influenciar o enraizamento das estacas, tanto os intrínsecos, relacionados à própria planta, como os extrínsecos, relacionados as condições ambientais (Norberto *et al.*, 2001). O principal factor que influencia o enraizamento é a variabilidade genética, seguida do tipo de estaca, o substrato e o teor de auxinas. Tais factores são bastante variáveis e podem actuar de maneira isolada ou em interacções com os demais, de modo que, através de uma simples modificação em uma ou mais condições, pode-se viabilizar a propagação de espécies consideradas de difícil enraizamento (Nachtigal & Fachinello, 1995)

### **3.2.1. Factores ligados a planta mãe**

#### ***Seleção da estaca para regeneração***

O primeiro passo para maximizar o nível de enraizamento de plantas consiste na selecção do material de origem que é fácil de enraizar (juvenil) (Hartmann *et al.*, 1997). Os mesmos autores afirmam que, não existe um tipo de estacas que é padrão para todas as plantas, o que pode ser ideal para uma planta pode ser um fracasso para outra. Assim, só devem ser usadas para a propagação partes de uma planta, constituída por material saudável e sem infecções (Browse, 1979 citado por Miquitaio, 2006).

### ***Idade da planta***

Em geral, estacas obtidas de plantas em crescimento vegetativo enraízam com maior facilidade que estacas tomadas de ramos de plantas em crescimento reprodutivo (Graça & Toth, 1990).

A idade da planta mãe tem pouca importância em plantas que se propagam facilmente por estacas, porém, em plantas difíceis de enraizar, este factor é relevante. Pode-se dizer que quanto mais juvenil o material, maior será o sucesso do enraizamento, quer expresso em percentagem, quer pela rapidez de formação ou ainda, pela qualidade das próprias raízes, bem como pela capacidade de crescimento da nova planta (Paiva & Gomes, 2001).

### ***Estado nutricional da planta mãe***

Há evidência considerável de que a nutrição da planta mãe exerce uma forte influência no desenvolvimento de raízes e caules de estacas a serem propagadas (Hartmann *et al.*, 1997). As reservas parecem ser indispensáveis à sobrevivência do propágulo até ao enraizamento e posterior desenvolvimento, pois estas facilitam a emissão de raízes e aumentam a fotossíntese. Grande parte das reservas são transferidas para a base da estaca, contribuindo para a formação de primórdios radiculares (Paiva & Gomes, 2001).

### ***Época de colheita das estacas***

A estação do ano em que as estacas são colhidas constitui um factor muito importante no enraizamento das estacas. Para cada planta específica existe um período óptimo do ano para o enraizamento de estacas, pois as condições fisiológicas dos tecidos são influenciadas pela época do ano (Hartmann *et al.*, 1997). No mesmo sentido, Evans (1974) citado por Ono *et al.* (1992), verificou que existe uma relação entre a capacidade de enraizamento das estacas e a quantidade de chuva.



### ***Estado reprodutivo ou vegetativo***

Na maioria das plantas, as estacas podem ser preparadas a partir de ramos em estado reprodutivo ou em condições vegetativas. Em geral, a remoção de flores nas estacas dos rebentos tem trazido benefícios para a subsequente formação de raízes, pela eliminação da grande competição das flores (Hatmann *et al.*, 1997).

A redução na formação de raízes pela presença de flores nas estacas pode resultar do efeito antagónico da estimulação da floração sobre o enraizamento devido a competição de recursos entre o desenvolvimento de flores e formação de raízes adventícias (DeVier & Geneve, 1997).

### **3.2.2. Factores ambientais**

#### ***Luz***

A irradiação luminosa, o fotoperíodo e a qualidade da luz, devem ser adequados para a manutenção de uma taxa fotossintética que possa garantir o suprimento de carboidratos para a sobrevivência das estacas e iniciação de formação de raízes. A baixa intensidade luminosa favorece a formação de raízes em estacas enquanto que elevada irradiação danifica as folhas nas estacas, retarda e reduz a formação de raízes (Hartmann *et al.*, 1997).

#### ***Temperatura***

Temperaturas elevadas devem ser evitadas porque estas tendem a promover um maior desenvolvimento de rebentos do que de raízes adventícias, aumentando a perda de água pelas folhas. As temperaturas óptimas para formação de raízes nas espécies de regiões temperadas situam-se entre os 18 à 25°C e para espécies de regiões tropicais situam-se entre 25 à 32°C (Hartmann *et al.*, 1997).

### ***Humidade***

A humidade é um dos factores mais efectivos para a regulação da formação das raízes em estacas pois, o excesso ou a insuficiência de humidade contribui para a morte das estacas. A entrada de água nas estacas diminui após a iniciação da propagação das estacas (Hartmann *et al.*, 1997).

Em espécies que enraízam com facilidade, a rápida formação de raízes permite que a absorção de água compense a quantidade perdida pela transpiração. Porém, em espécies que enraízam mais lentamente deve-se reduzir a níveis bem baixos a transpiração pelas folhas, até que se formem as raízes (Costa, 2008).

### ***Substrato de enraizamento***

Há diferentes tipos de substrato que podem ser usados de forma isolada ou em associação à outros. Um meio de enraizamento ideal deve permitir suficiente porosidade, conduzindo à um alto arejamento e alta retenção de água, deve acomodar a estaca durante o período de enraizamento, deve também ter boa drenagem e estar livre de patógenos, aconselhando para tal modo o uso de compostos como tufa, perlite, vermiculite ou areia (Hartmann *et al.*, 1997).

## 4. OBJECTIVOS

### 4.1. Objectivo geral

- Avaliar o efeito de diferentes concentrações de Ácido 3-Indol-Butírico (IBA) e Ácido Naftaleno Acético (NAA) na indução de raízes em estacas caulinares de *Warburgia salutaris* (Bertol. f.) Chiov. usando solo da Reserva Florestal de Licuáti como substrato principal.

### 4.2. Objectivos específicos

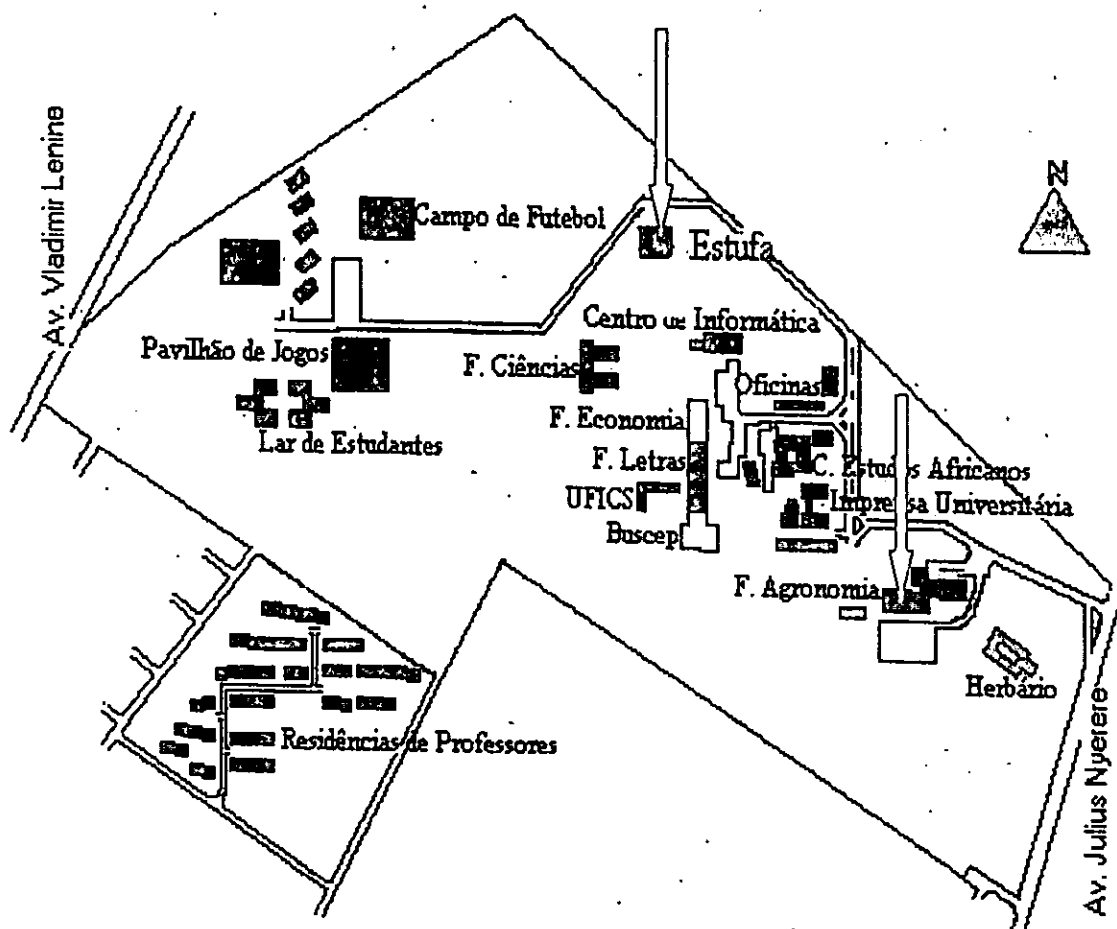
- Determinar o efeito de diferentes concentrações de IBA e NAA nos seguintes parâmetros:
  - sobrevivência das estacas
  - percentagem de enraizamento
  - número médio de brotos formados por tratamento
- Analisar a correlação entre o tipo de substrato e a hormona empregue nos tratamentos (Ácido 3-Indol-Butírico e Ácido Naftaleno Acético).
- Comparar o efeito de diferentes concentrações de IBA e NAA na sobrevivência e no número médio de brotos formados por tratamento.

## 5. HIPÓTESE

- O Ácido 3-Indol-Butírico é a auxina mais eficaz na promoção de enraizamento e mais eficaz na propagação vegetativa por estacas em relação ao Ácido Naftaleno Acético.

## 6. ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado na estufa do Departamento de Ciências Biológicas, no campus principal da Universidade Eduardo Mondlane (Fig.1).



**Figura 1.** Localização geográfica da Estufa do Departamento de Ciências Biológicas

(Adaptado por <http://www.uem.mz>, acessado à 03 de Abril de 2008).

Um estudo feito por Miquitaio (2006), na mesma estufa, mostrou que a intensidade média de luz na estufa durante os períodos de Fevereiro à Junho do mesmo ano foi de  $60 \mu\text{mol}^2/\text{s}$  durante as manhãs,  $80 \mu\text{mol}^2/\text{s}$  ao meio dia,  $65 \mu\text{mol}^2/\text{s}$  ao meio da tarde e finalmente cerca de  $10 \mu\text{mol}^2/\text{s}$  nos finais da tarde.

As estacas foram colhidas na Reserva Florestal de Licuáti (RFL), que se encontra localizada no distrito de Matutuine (Fig. 2), no extremo sul da Província de Maputo e do País, entre os paralelos 26° e 27° de latitude Sul e entre 32° e 33° de longitude Este.

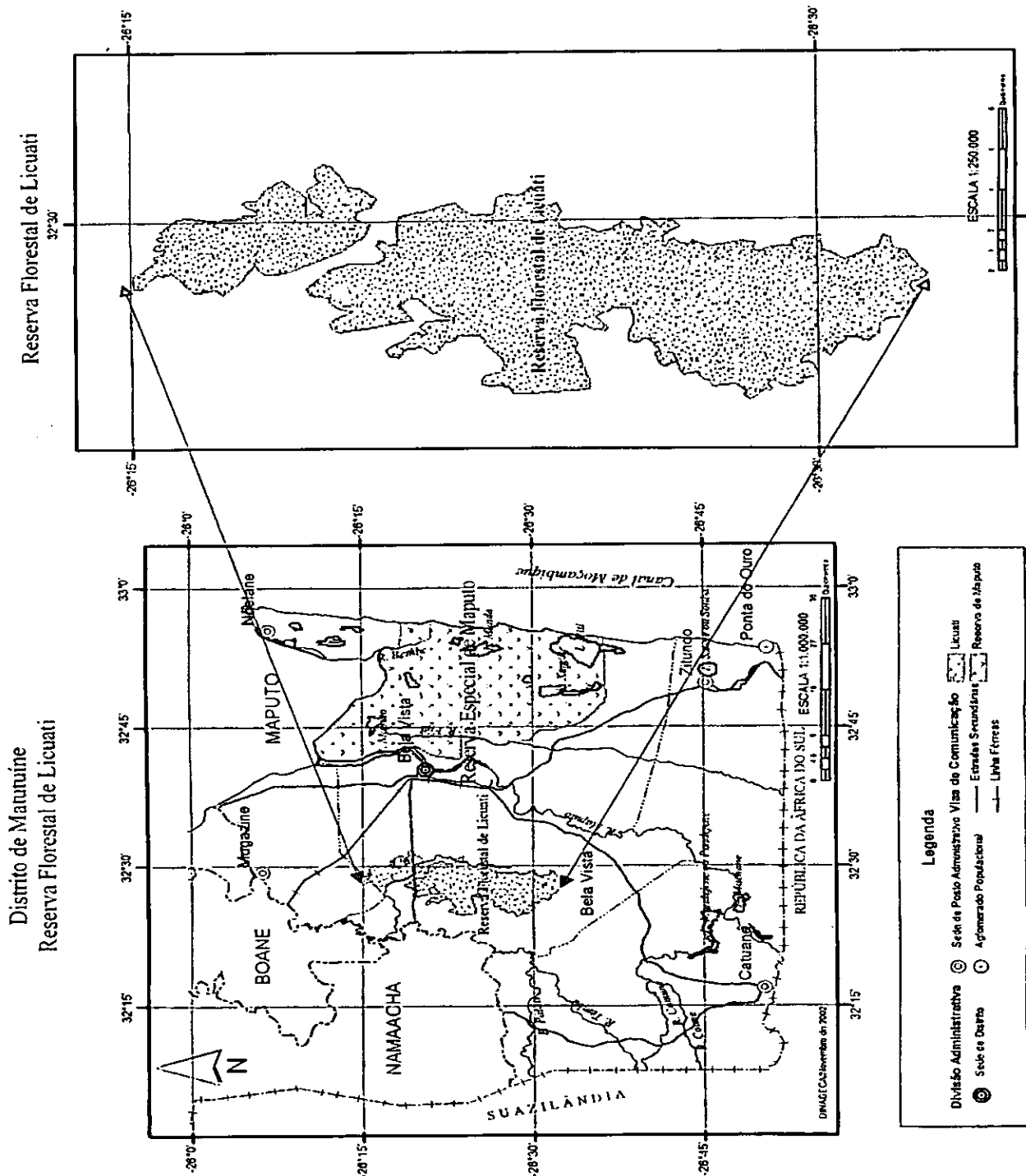


Figura 2. Reserva Florestal de Licuáti (R.F.L.). Fonte: (Emanuelsson, 2005).

A Norte, é limitada pela baía e a cidade de Maputo, a Sul, pela República da África do Sul e a província de Kwazulo-Natal; a Este é banhada pelo Oceano Índico, e a Oeste, é limitada pelos distritos de Namaacha e Boane (Emanuelsson, 2005). A RFL pertence ao Centro de Endemismo de Maputaland (van Wyk & Smith, 2001).

A Reserva Florestal de Licuáti possui um clima tropical no qual, ao longo do ano ocorrem duas épocas principais: a chuvosa, que vai de Outubro até Abril e a seca, que vai de Maio até Setembro. Os solos são arenosos e caracterizam-se pela fraca capacidade de retenção de água e consequentemente uma elevada taxa de infiltração (Faria *et al.*, 1996 citados por Emanuelsson, 2005).

## **7. MATERIAL E MÉTODOS**

### **7.1. Material vegetal**

Foram colhidos ramos de partes jovens da planta na Reserva Florestal de Licuáti, para a preparação das estacas dando preferência a parte apical dos ramos, pois são menos lignificados o que facilita a formação de raízes adventícias (KAMPF, 2000 citado por Pickscius, 2007). De seguida, prepararam-se 210 estacas caulinares de *Warburgia salutaris* de aproximadamente 10-15 cm de comprimento e 0,3 à 0,5 cm de diâmetro.

### **7.2. Substrato de enraizamento (solo)**

O solo foi colhido em duas áreas respectivamente, Reserva Florestal de Licuáti localizada no Distrito de Matutuine, na Província de Maputo e solo dos arredores da Estufa do Departamento de Ciências Biológicas, no Campus principal da Universidade Eduardo Mondlane.

### 7.3. Material e equipamento experimental

- 210 sacos plásticos (vasos)
- Pá
- 4 tesouras de poda
- Baldes metálicos de 40 litros
- 4 sacos de 50 kg
- Regador
- Régua
- Marcador
- Etiquetas
- Lápis
- Balança electrónica
- Papel absorvente
- Pipeta de 2 ml
- Frasco plástico de 500 ml
- Balão volumétrico de 100 ml

### 7.4. Soluções e reagentes

- IBA e NAA à 2.500 mg/l; 5.000 mg/l e 10.000 mg/l
- Água destilada
- Álcool etílico à 90%

#### 7.4.1. Preparação das soluções segundo (Hartmann *et al.*, 1997).

- Para preparar 10.000 mg/l ou 10 g/l, reduziu-se à 1 g/l das auxinas IBA e NAA. Para tal, pesou-se 1g de auxina com ajuda de uma espátula e uma balança, dissolveu-se em 1.5 ml de álcool etílico a 90% num balão volumétrico de 100 ml (previamente lavado com água destilada), de seguida preencheu-se o recipiente até 100 ml com álcool etílico à 90%. Posteriormente agitou-se o balão

volumétrico até a auxina estar devidamente dissolvida e colocou-se em um frasco plástico de 500 ml para conservar na geleira.

- Para preparar 5.000 mg/l de solução de auxina (IBA ou NAA) dissolveu-se 0.5 g correspondentes à 5 g/l de auxina em 1.5 ml de álcool etílico à 90% num balão volumétrico de 100 ml (previamente lavado com água destilada), agitou-se o recipiente e posteriormente preencheu-se o recipiente até 100 ml com álcool à 90% e seguiu-se o procedimento descrito para a concentração de 10.000 mg/l.
- Para preparar ou 2.500 mg/l dissolveu-se 0.25 g correspondentes à 2.5 g de auxina em 1.5 ml de álcool etílico a 90% num balão volumétrico de 100 ml (previamente lavado com água destilada), agitou-se o recipiente e posteriormente preencheu-se o recipiente até 100 ml com álcool etílico à 90% e seguiu-se o procedimento descrito para a concentração de 10.000 mg/l.

#### 7.5. Colheita e preparação das estacas

Os ramos foram colhidos na Reserva Florestal de Licuáti, no Distrito de Matutuine, Província de Maputo (Fig. 2), nas primeiras horas da manhã de modo a garantir o bom suprimento de água no momento da colheita. Foram cortados vários ramos da planta mãe usando tesouras de poda e colocados em baldes contendo água da torneira para evitar que os ramos perdessem água.

Através dos ramos colhidos prepararam-se estacas de 10-15 cm de comprimento e 0,3 à 0,5 cm de diâmetro. Algumas folhas das estacas foram cortadas para reduzir a perda de água por transpiração (Hartmann *et al.*, 1997) (Fig. 3). De seguida colheu-se a amostra do solo da Reserva para 4 sacos de 50 kg para posterior montagem do ensaio na estufa do DCB e análise no laboratório de solos da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.





Figura 3. Estacas com algumas folhas cortadas para reduzir a perda de água.

### 7.6. Montagem do ensaio

O ensaio teve duração de 120 dias (quatro meses), de Abril à Agosto de 2008, e foi constituído por dois tratamentos, sendo o primeiro com o solo colhido na Reserva Florestal de Licuáti e segundo com solo colhido nos arredores da estufa do Departamento de Ciências Biológicas, do Campus Universitário. O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, em esquema factorial 4 x 2, quatro concentrações diferentes de IBA e NAA (0; 2.500; 5.000 e 10.000 mg/l) e dois substratos de enraizamento com 15 réplicas por tratamento.

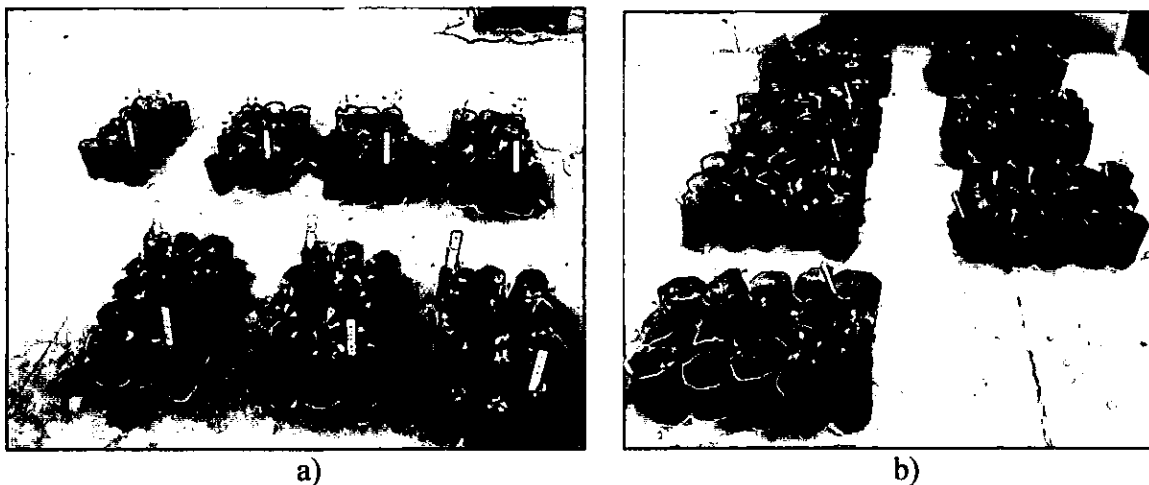


Figura 4. a) Vasos com solo da Reserva Florestal de Licuáti, b) Vasos com solo dos arredores da estufa de Propagação.

Foram usadas um total de 210 estacas, sendo divididas em 105 estacas para o tratamento com o solo colhido na Reserva Florestal de Licuáti e 105 estacas para o tratamento com o solo colhido nos arredores da estufa do Departamento de Ciências Biológicas, do Campus Universitário (Fig.4). Em cada tratamento foram usadas quatro concentrações diferentes de Ácido 3-Indol-Butírico (IBA) e Ácido Naftaleno Acético (NAA) (0; 2.500; 5.000 e 10.000 mg/l) e em cada concentração usou-se 15 estacas (Tabela 1).

Para o tratamento controle (0 mg/l) foram usadas 30 estacas, respectivamente 15 para o tratamento com solo colhido na Reserva Florestal de Licuáti e 15 para o solo colhido nos arredores da estufa do Departamento de Ciências Biológicas, do campus Universitário. O tratamento controle consistiu na imersão das estacas em água da torneira e posterior colocação em vasos contendo solo dos respectivos locais de colheita, já humedecidos com água da torneira.

O tratamento com as hormonas foi feito através da imersão das estacas pela parte basal até 2 cm em cada uma das soluções de IBA e NAA à 2.500; 5.000 e 10.000 mg/l respectivamente, durante 3 à 5 segundos (Hartmann *et al.*, 1997), e em seguida foram plantadas em vasos contendo meio de enraizamento previamente humedecidos com água da torneira.

No fim da montagem do ensaio, os vasos foram colocados na estufa de crescimento e regados com 50 ml de água da torneira de dois em dois dias até ao fim da experiência. Semanalmente fez-se a contagem de estacas vivas e mensalmente efectuou-se a contagem de brotos formados por estaca. Depois de 120 dias, decorrentes do ensaio, não foi possível fazer a análise do nível de enraizamento das estacas sobreviventes, pois optou-se em manter as estacas nos seus respectivos vasos, de modo a mantê-las vivas, visto que a planta é de difícil enraizamento.

Tabela 1. Desenho experimental.

Tratamento	Tratamento e número de estacas							Total
	Água	IBA (Concentração em mg/l)			NAA (Concentração em mg/l)			
	Controle (Neutro)	2.500	5.000	10.000	2.500	5.000	10.000	
1	15	15	15	15	15	15	15	105
2	15	15	15	15	15	15	15	105
<b>Total</b>	30	30	30	30	30	30	30	210

Onde: Tratamento 1 - é solo da Reserva Florestal de Licuáti.

Tratamento 2 - é solo dos arredores da estufa de DCB.

#### 7.7. Análise estatística dos dados

No fim da experiência os dados referentes ao número médio de brotos formados nas diferentes concentrações de IBA e NAA nos diferentes tratamentos foram analisados com base na análise da variância (One-Way ANOVA) do pacote estatístico "SPSS versão 14.0" (da Statsoft, 2005). A correlação entre os diferentes parâmetros (número médio de brotos formados por estaca e tipo de substrato) e as diferentes concentrações de IBA e NAA foi analisada usando o teste de regressão linear no mesmo pacote estatístico (Pagano & Gauvreau, 2004).

A análise de sobrevivência foi feita através do cálculo da percentagem semanal de estacas vivas e posteriormente realizou-se a análise das curvas de sobrevivência. Os gráficos de percentagem média de estacas sobreviventes e de número de brotos médio nos dois substratos de enraizamento foram feitos no pacote Excel (da Microsoft Office, 2003).

## 8. RESULTADOS

### 8.1. Composição química e física dos dois substratos de enraizamento

A análise laboratorial feita ao solo da Reserva Florestal de Licuáti, mostrou que ele é constituído por areia fraca, tem 5.36 de pH, 0.123 mS/cm de sais, 8.8 mg/100 de Cálcio, 2.4 mg/100 de Magnésio, 0.131 mg/100 de Sódio, 0.610 mg/100 de Potássio. Os dados fornecidos na tabela 2 mostram diferenças entre aos dois solos usados como substratos de enraizamento no presente estudo.

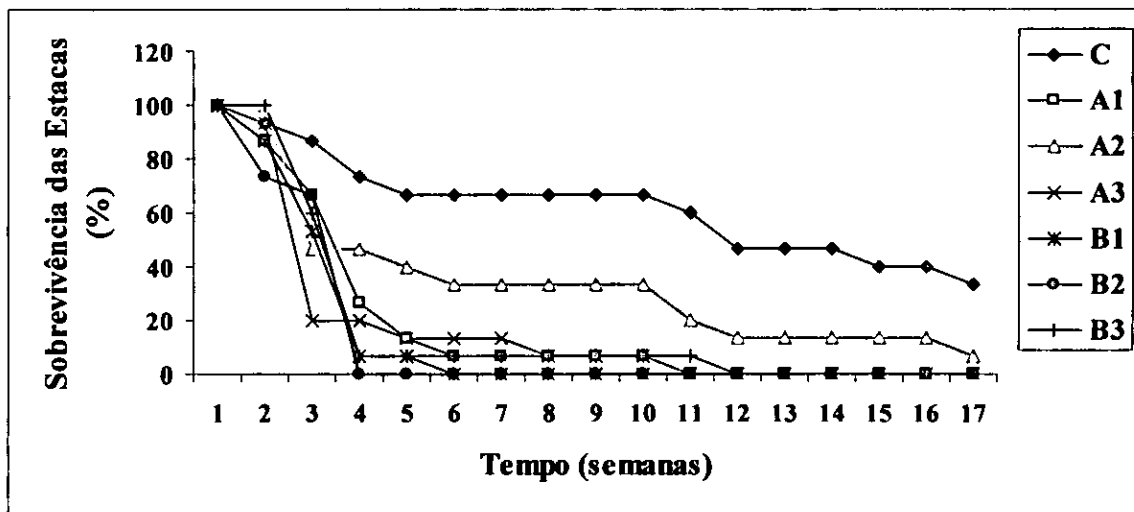
Tabela 2. Comparação da constituição dos substratos de enraizamento usados no presente estudo, solo colhido na Reserva Florestal de Licuáti e solo colhido nos arredores da estufa do DCB. *Fonte:* (Quilambo, 2000).

Composição	Solo de Arredores da Estufa	Solo da Reserva Florestal de Licuáti
Areia	85.6%	87.9%
Limo	13.4%	5.5%
Argila	1%	6.5%
Matéria Orgânica	0.12%	1.782%
Nitrogénio Total	0.08%	0.118%
Carbono	0.07%	1.034%

O solo da Reserva Florestal de Licuáti comparativamente ao solo dos arredores da estufa apresenta valores superiores em relação aos seus constituintes químicos e físicos, exceptuando a quantidade de limo que é superior no solo dos arredores da estufa (Tabela 2.).

## 8.2. Efeito de IBA e NAA no enraizamento e sobrevivência das estacas usando solo da Reserva Florestal de Licuáti

Neste tratamento, as estacas apresentaram maior mortalidade quando submetidas à 5.000 mg/l de NAA, onde na quarta semana a percentagem de sobrevivência era de 0%. A maior percentagem de sobrevivência no final da experiência observou-se no tratamento controle com 33.3% seguido do tratamento IBA à 5.000 mg/l com 6.7%. No entanto os restantes tratamentos no final da experiência apresentaram 0% de sobrevivência (Fig.5).



**Figura 5.** Sobrevivência das estacas no tratamento com o solo da Reserva Florestal de Licuáti, durante 120 dias. C - Controle, A1 - IBA à 2.500 mg/l, A2 - IBA à 5.000 mg/l, A3 - IBA à 10.000 mg/l, B1 - NAA à 2.500 mg/l, B2 - NAA à 5.000 mg/l, B3 - NAA à 10.000 mg/l.

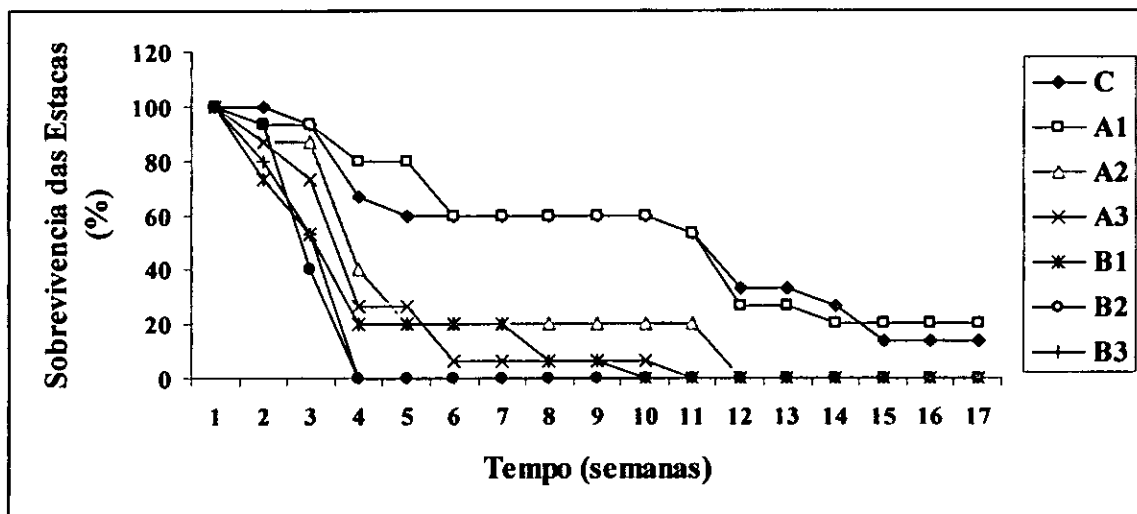


**Figura 6.** Estaca sobrevivente em vaso com solo da Reserva Florestal de Licuáti.

De um modo geral, no final da experiência, verificou-se que das 105 estacas presentes neste tratamento com o solo da Reserva Florestal de Licuáti, apenas 5.71% das estacas permaneceram vivas (Fig. 6).

### 8.3. Efeito de IBA e NAA na sobrevivência das estacas usando o solo dos arredores da estufa

Neste tratamento, as estacas submetidas à 5.000 mg/l e 10.000 mg/l de NAA foram as que tiveram mortalidade de estacas elevada, onde na quarta semana já apresentavam 0% de estacas vivas. A maior percentagem de sobrevivência no final da experiência verificou-se em estacas submetidas ao tratamento de IBA à 2.500 mg/l com 20% seguido pelo tratamento controle com 13.3%. Os restantes tratamentos no final da experiência apresentaram 0% de percentagem de sobrevivência (Fig.7).



**Figura 7.** Sobrevivência das estacas no tratamento com o solo dos arredores da estufa, durante 120 dias. C - Controle, A1- IBA à 2.500 mg/l, A2 - IBA à 5.000 mg/l, A3 - IBA à 10.000 mg/l, B1 - NAA à 2.500 mg/l, B2 - NAA à 5.000 mg/l, B3 - NAA à 10.000 mg/l.

No final da experiência do total de estacas empregues neste tratamento com o solo dos arredores da estufa, apenas 4.8% permaneceram vivas (Fig. 8).



Figura 8. Estaca sobrevivente num vaso com solo dos arredores da estufa.

#### 8.4. Efeito das diferentes concentrações de IBA e NAA na sobrevivência das estacas nos dois substratos depois de 120 dias da experiência

O substrato da Reserva Florestal de Licuáti foi o que apresentou em média maior número de estacas sobreviventes, quando submetidas às diferentes concentrações de IBA e NAA em relação ao substrato dos arredores da estufa (Fig. 9).

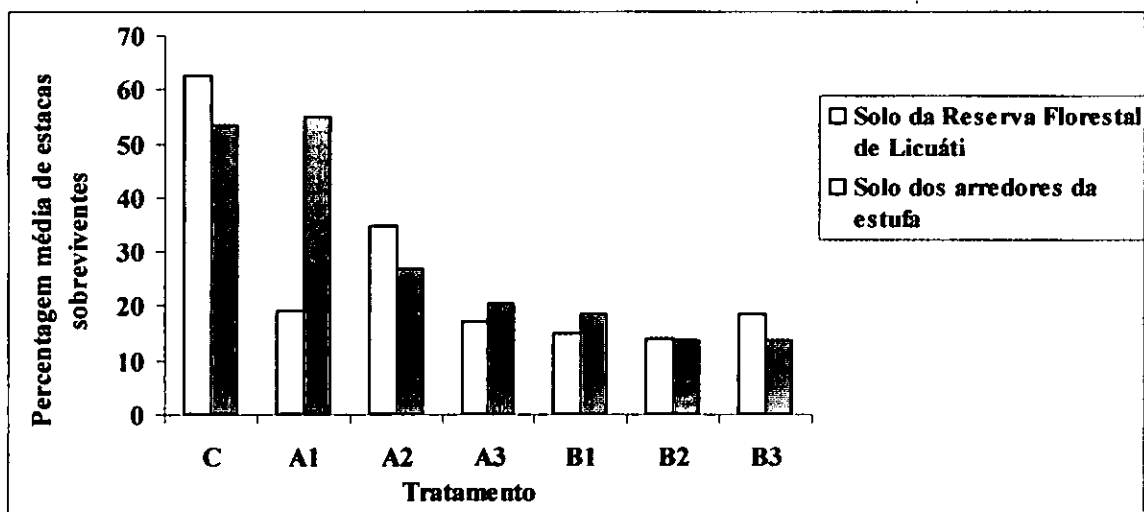


Figura 9. Percentagem média de estacas sobreviventes nos dois substratos de enraizamento (solo da Reserva Florestal de Licuáti e dos arredores da estufa) no final da experiência. C - Controle, A1- IBA à 2.500 mg/l, A2 - IBA à 5.000 mg/l, A3 - IBA à 10.000 mg/l, B1 - NAA à 2.500 mg/l, B2 - NAA à 5.000 mg/l, B3 - NAA à 10.000 mg/l.

Excepto os tratamentos com IBA à 2.500 mg/l, 10.000 mg/l e NAA à 2.500 mg/l promoveram maior percentagem média de estacas sobreviventes no substrato dos arredores da estufa (Fig. 9). Os dois substratos de enraizamento apresentaram baixo efeito da hormona NAA na percentagem média de estacas sobreviventes no final da experiência.

### 8.5. Efeito de IBA e NAA no número médio de brotos formados por tratamento no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti

As estacas de *Warburgia salutaris* formaram brotos, no entanto o número médio de brotos neste substrato variou de 9.5 à 36.75 para tratamentos com IBA e 0.75 à 15.75 para tratamentos com NAA (Tabela 3).

**Tabela 3.** Número médio de brotos formados por tratamento com IBA e NAA depois de 20 dias, usando o solo da Reserva Florestal de Licuáti, pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 0.05.

	Tratamento	Número médio de brotos por tratamento
Tukey	Controle (0 mg/l)	15.75
HSD(a)	IBA à 2.500 mg/l	36.75
	IBA à 5.000 mg/l	14.0
	IBA à 10.000 mg/l	9.5
	NAA à 2.500 mg/l	3.25
	NAA à 5.000 mg/l	0.75
	NAA à 10.000 mg/l	0.75

A análise de variância (One-Way ANOVA) mostrou que, não existem diferenças significativas entre as médias do número de brotos formados pelas estacas nas diferentes concentrações de IBA ( $P=0.236 > \alpha=0.05$ ). Por outro lado, a análise mostrou que,



existem diferenças significativas entre as médias do número de brotos formados pelas estacas nas diferentes concentrações de NAA ( $P=0.001 < \alpha=0.05$ ).

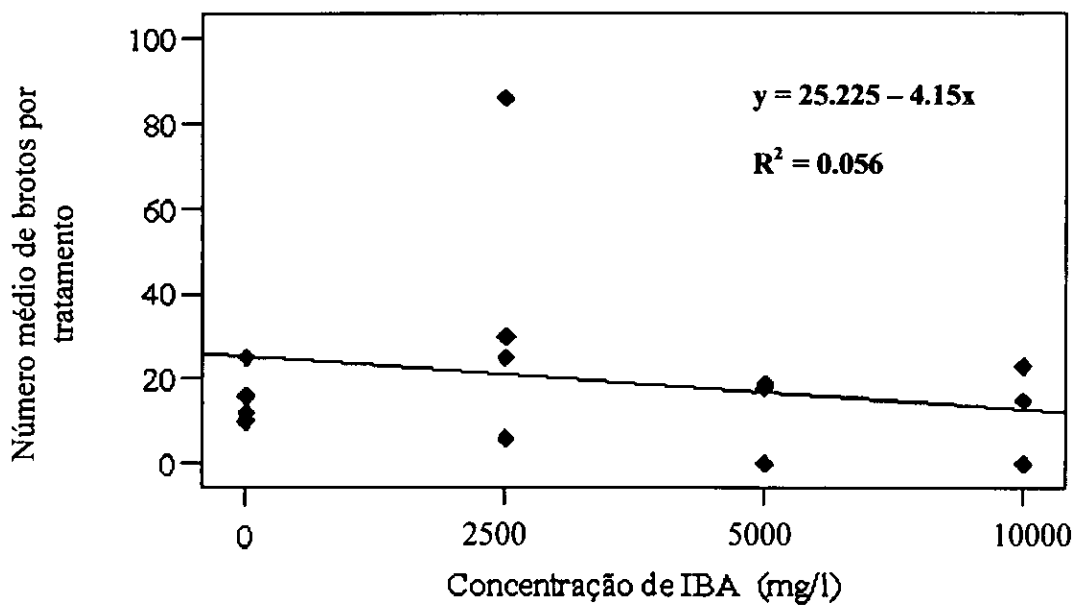
O teste Tukey ao nível de significância de 0.05, mostrou que dentro do tratamento com NAA, o tratamento controle apresentou valor do número médio de brotos diferente das restantes concentrações de NAA (2.500, 5.000 e 10.000 mg/l) (anexo 4).

De um modo geral, a análise da variância (One-Way ANOVA) mostrou que, houve diferenças significativas entre as médias do número de brotos formados pelas estacas nas diferentes concentrações das hormonas IBA e NAA usadas no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti, ( $P=0.026 < \alpha=0.05$ ).

O teste Tukey ao nível de significância de 0.05 permitiu a identificação dos tratamentos NAA à 2.500 mg/l e IBA à 2.500 mg/l; NAA à 5.000 mg/l e 10.000 mg/l com IBA à 2.500 mg/l, como os que apresentaram a média do número de brotos estatisticamente diferente dos restantes tratamentos (anexo 4).

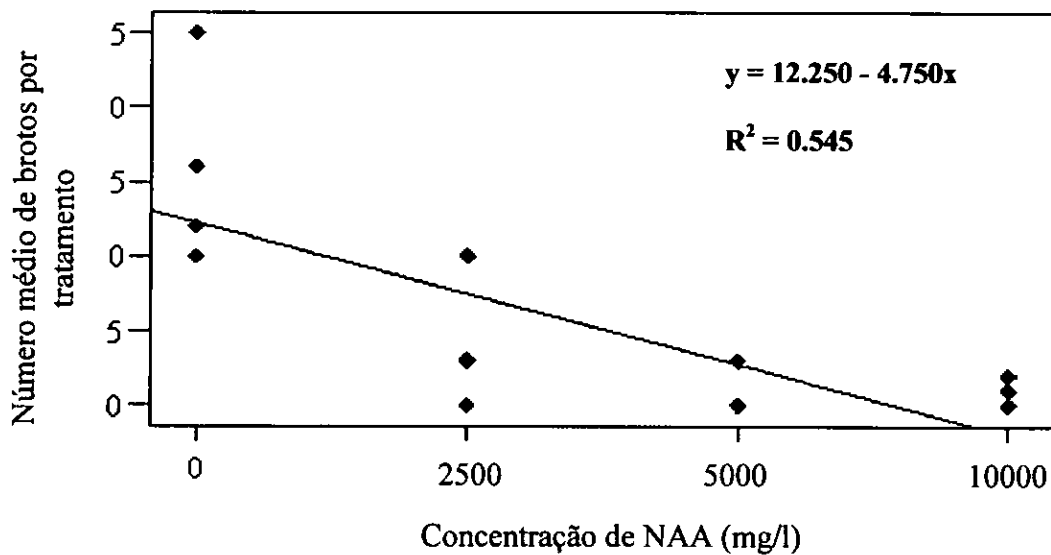
O teste Tukey ao nível de significância de 0.05 permitiu agrupar as médias de brotos por tratamento em dois grupos homogêneos, onde as médias que se encontram no grupo 1 são baixas e as do grupo 2 são altas (anexo 4).

O teste de regressão linear no solo da Reserva Florestal de Licuáti, mostrou que o aumento da concentração de IBA e NAA, não corresponde ao aumento do número médio de brotos formados pelas estacas de *Warburgia salutaris* nos diferentes tratamentos, apresentando então uma correlação negativa fraca no tratamento com IBA ( $r^2 = 0.056$ ) (Fig. 10) e correlação negativa forte no tratamento com NAA ( $r^2 = 0.545$ ) (Fig. 11). Para ambos tratamentos verificou-se que os valores mais baixos do número médio de brotos correspondem as maiores concentrações das hormonas de IBA e NAA.



8.6.

**Figura 10.** Relação entre o número médio de brotos formados por tratamento com IBA no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti.



**Figura 11.** Relação entre o número médio de brotos formados por tratamento com NAA no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti.

### 8.6. Efeito de IBA e NAA no número médio de brotos formados no tratamento usando solo dos arredores da estufa

As estacas de *Warburgia salutaris* formaram brotos, no entanto o número médio de brotos neste substrato variou de 3.00 à 17.50 para tratamentos com IBA e 1.5 à 17.50 para tratamentos com NAA (Tabela 4).

**Tabela 4.** Número médio de brotos formados por tratamento com IBA e NAA depois de 120 dias, no tratamento usando solo dos arredores da estufa, pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0.05.

	Tratamento	Número médio de brotos por tratamento
Tukey	Controle (0 mg/l)	17.50
HSD(a)	IBA à 2.500 mg/l	10.75
	IBA à 5.000 mg/l	4.00
	IBA à 10.000 mg/l	3.00
	NAA à 2.500 mg/l	17.50
	NAA à 5.000 mg/l	1.50
	NAA à 10.000 mg/l	1.50

A análise de variância (One-Way ANOVA) mostrou que, existem diferenças significativas entre as médias de número de brotos formados pelas estacas nas diferentes concentrações de IBA ( $P=0.009 < \alpha=0.05$ ), do mesmo modo, existem diferenças significativas nas médias do número de brotos formados pelas estacas nas diferentes concentrações de NAA ( $P=0.000 < \alpha=0.05$ ).

O teste Tukey ao nível de significância de 0.05, mostrou que, as médias do número de brotos por tratamentos que diferiram significativamente usando a hormona IBA foram as do tratamento controle, IBA a 5.000 mg/l e 10.000 mg/l. Por outro lado, no tratamento com NAA, verificou-se que o tratamento controle, apresentou a média de número de brotos estatisticamente diferente dos restantes tratamentos (anexo 4).

De um modo geral, a análise da variância mostrou, que existem diferenças significativas entre as médias do número de brotos formados pelas estacas nas diferentes concentrações de IBA e NAA,  $P=0.000 < \alpha=0.05$ .

O teste Tukey ao nível de significância de 0.05 permitiu a identificação dos tratamentos controle e IBA à 5.000 mg/l; IBA à 10.000 mg/l e tratamento controle; NAA à 2.500 mg/l, NAA à 10.000 mg/l e tratamento controle; NAA à 5.000 mg/l e tratamento controle, como os que apresentaram a média do número de brotos estatisticamente diferente dos restantes tratamentos (anexo 3).

O teste Tukey ao nível de significância de 0.05 permitiu agrupar as médias de brotos por tratamento em dois grupos homogêneos, onde as médias que se encontram no grupo 1 são mais baixas e as do grupo 2 são mais altas (anexo 3).

O teste de regressão linear no solo dos arredores da estufa, mostrou que o aumento da concentração de IBA e NAA, não correspondeu ao aumento do número médio de brotos formados pelas estacas de *Warburgia salutaris* nos diferentes tratamentos, apresentando então uma correlação negativa forte para IBA ( $r^2 = 0.558$ ) (Fig. 12), assim como para NAA ( $r^2 = 0.506$ ) (Fig. 13). Para ambos tratamentos verificou-se que os valores mais baixos do número médio de brotos correspondem as maiores concentrações das hormonas IBA e NAA.

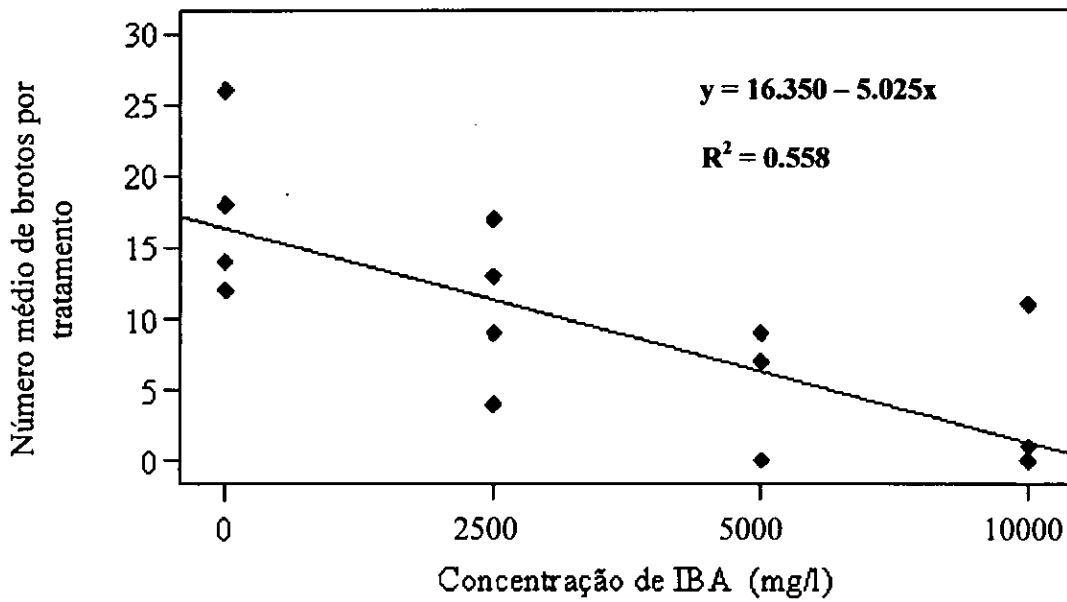


Figura 12. Relação entre o número médio de brotos formados por tratamento com IBA no substrato com solo dos arredores da estufa.

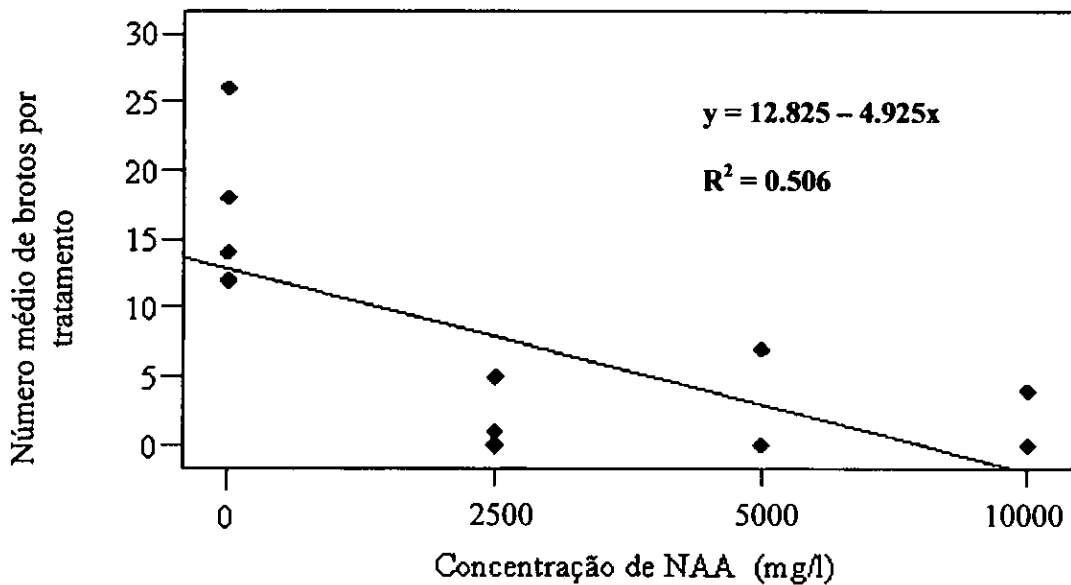
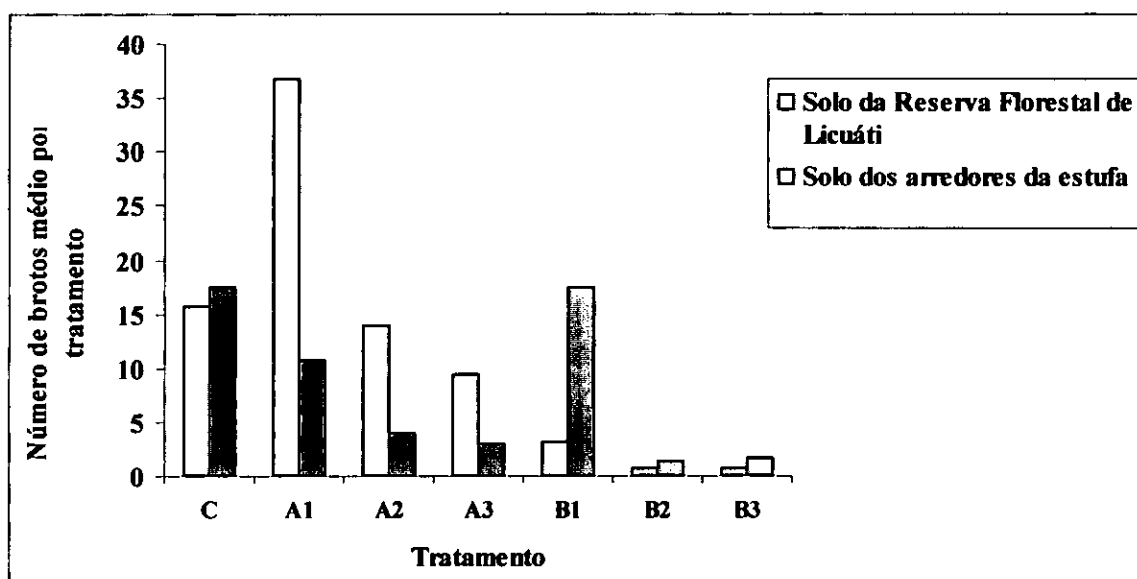


Figura 13. Relação entre o número médio de brotos formados por tratamento com NAA no substrato com solo dos arredores da estufa.

### 8.7. Efeito das diferentes concentrações de IBA e NAA no número médio de brotos formados por tratamento nos dois substratos depois de 120 dias da experiência

As estacas submetidas ao tratamento com IBA no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti apresentaram maior número médio de brotos comparativamente as estacas submetidas ao mesmo tratamento no solo dos arredores da estufa. A hormona NAA promoveu maior número médio de brotos no solo dos arredores da estufa comparando com o solo da Reserva Florestal de Licuáti (Fig. 14).



**Figura 14.** Número médio de brotos formados por tratamento nos dois substratos de enraizamento (solo da Reserva Florestal de Licuáti e solo dos arredores da estufa) no final da experiência. C - Controle, A1- IBA à 2.500 mg/l, A2 - IBA à 5.000 mg/l, A3 - IBA à 10.000 mg/l, B1 - NAA à 2.500 mg/l, B2 - NAA à 5.000 mg/l, B3 - NAA à 10.000 mg/l.

## 9. DISCUSSÃO

### Efeito do IBA e NAA na sobrevivência e enraizamento das estacas

No final da experiência verificou-se que a hormona sintética IBA apresentou maior eficácia na sobrevivência das estacas que a hormona NAA nos dois substratos de enraizamento. Por outro lado, o solo da Reserva Florestal de Licuáti apresentou maior percentagem de sobrevivência em relação ao solo dos arredores da estufa.

Vários factores podem ter afectado o nível de enraizamento das estacas, dentre os quais podem se mencionar: composição física e química do substrato de enraizamento, concentrações inadequadas das hormonas usadas, colheita das estacas próximo do período de floração da planta mãe, presença de folhas, estado nutricional da planta mãe, diâmetro das estacas e formação de brotos antes das raízes (Hartmann *et al.*, 1997; Higashi *et al.*, 2000), que serão discutido nos parágrafos a baixo.

De acordo com a análise da sobrevivência, verificou-se que o substrato de enraizamento da Reserva Florestal de Licuáti apresentou em média a percentagem de sobrevivência de 5.71%, valor este superior ao verificado no substrato usando solo dos arredores da estufa com uma média de 4.8% de estacas sobreviventes no final da experiência.

Um dos factores que pode ter influenciado a baixa sobrevivência das estacas é o substrato de enraizamento. A maior percentagem de nitrogénio verificada no solo da Reserva Florestal de Licuáti (0.118%), comparativamente ao solo dos arredores da estufa (0.08%) pode ter contribuído para a maior percentagem de sobrevivência das estacas neste solo. Este facto está de acordo com Taíz e Zeiger (2004), segundo os quais o nitrogénio é o elemento mineral que as plantas exigem em maiores quantidades para o crescimento vegetal. No mesmo sentido Hartmann *et al.* (1997), afirmam que, a manutenção das estacas em alto nível nitrogénio, favorece a promoção de enraizamento das estacas.

Outro aspecto que pode ter contribuído para o baixo desenvolvimento das estacas é o facto de não se ter usado fertilizantes no presente estudo, pois, segundo Taiz & Zeiger (2004), em produções a longo prazo, o consumo de nutrientes pode atingir um ponto no qual eles, também, precisam de ser adicionados ao solo como fertilizantes.

A concentração de hormonas empregue para o enraizamento das estacas pode ter influenciado na baixa sobrevivência e no não enraizamento das estacas, pois provavelmente foram elevadas e não toleradas pela espécie em estudo. Estes resultados contrariam os de Hartmann *et al.* (1997), que recomenda o uso destas concentrações em espécies de difícil enraizamento.

No final da experiência, apesar de se ter verificado baixo nível de sobrevivência das estacas, no geral, os tratamentos com IBA foram os que apresentaram elevada percentagem de sobrevivência das estacas em relação aos tratamentos com NAA. Este facto está de acordo com Hartmann *et al.* (1997), que afirmam que, IBA é mais efectivo no enraizamento de estacas. Por outro lado, verificou-se que, os tratamentos controle e IBA à 2.500 mg/l no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti e os tratamentos controle e IBA à 5.000 mg/l no substrato com solo dos arredores da estufa, apesar de ter níveis de sobrevivência baixos apresentaram estacas vivas até ao final da experiência.

A acção positiva de IBA na promoção do enraizamento tem sido evidenciada em diferentes espécies. Estudos feitos por Lana *et al.* (2008), em estacas de *Eucalyptus urophylla*, comprovaram que o uso de Ácido 3-Indol-Butírico, nas concentrações de 2.000; 5.000; 10.000 mg/l, resultou em maior percentagem de enraizamento das estacas.

Entretanto, Hartmann *et al.* (1997), defende que as combinações das duas hormonas produzem melhores resultados no enraizamento de estacas. No mesmo sentido, Ono *et al.* (1992), trabalhando com estacas de *Coffea arabica*, verificaram que a adição de boro, aos tratamentos auxinicos, beneficiaram o enraizamento das estacas desta espécie.



A colheita de estacas no presente estudo foi feita no mês de Abril, que se encontra próximo do período de floração da espécie (Março à Maio) em Moçambique (Jansen & Mendes, 1990). Este facto pode ter influenciado negativamente na estimulação de enraizamento das estacas de *Warburgia salutaris*, e vai de acordo com Kersten *et al.* (1993), segundo os quais, a época de corte de estacas exerce influência na percentagem de enraizamento.

De acordo com Hartmann *et al.* (1997), a remoção de flores não aumenta a percentagem de enraizamento, o que indica que a presença de flores em si não inibe a formação de raízes, mas as condições anatómicas e fisiológicas associadas a sua presença. Estudos feitos por Ono *et al.* (1992), sobre a influência da época de colecta dos ramos, no enraizamento de estacas caulinares de café (*Coffea arabica*) mostraram que a melhor época de colecta de ramos é a estação chuvosa.

Outro factor que pode ter contribuído para o baixo nível de enraizamento é o diâmetro das estacas. No presente estudo foram usadas estacas de 0,3 à 0,5 cm de diâmetro, que podem não ser as recomendadas para a presente espécie. No entanto, Ribeiro & José (1991), estudando efeitos da hormona IBA no enraizamento de estacas de romãzeira obtiveram maiores índices de enraizamento em estacas de 0.3 e 4.5 cm. Por outro lado, Dias *et al.* (1999), estudando efeito de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus acerifolia*, verificaram que estacas de 3 à 4.5 cm apresentam as melhores condições de enraizamento. Segundo os mesmos autores, estacas grossas possuem a maior disponibilidade de nutrientes, mas, em compensação, as estacas finas podem apresentar a maior concentração endógena de auxinas, por situarem-se próximo à zona de sua produção (ápices caulinares). De um modo geral, o tamanho de estacas reflecte a quantidade de reservas a serem utilizadas durante o processo de enraizamento (Oliveira *et al.*, 2003).

O facto de estacas de *Warburgia salutaris* não terem formado raízes pode ter conduzido a rápida mortalidade das estacas. Segundo Carvalho *et al.* (2007), estacas apicais de plantas femininas que não enraízam também não sobrevivem resultando numa mortalidade maior. De acordo com Taiz & Zeiger (2004), a habilidade das plantas em obter água e nutrientes minerais do solo está relacionada à sua capacidade de desenvolver um extenso sistema radicular.

Tem sido descrito por vários autores que a presença de folhas nas estacas favorece a emissão de raízes (Paiva e Gomes, 2001; Oliveira *et al.*, 2003). Este facto não foi verificado no presente estudo, pois apesar de se ter reduzido o número de folhas antes da colocação das estacas nos vasos, as folhas que permaneceram nas estacas podem ter influenciado negativamente no processo de regeneração das estacas. Segundo Costa (2008), em espécies que enraízam mais lentamente, como é o caso de *Warburgia salutaris*, deve-se reduzir a níveis baixos a transpiração pelas folhas, até que se formem as raízes.

Outro factor que não é de menor importância é a emissão de brotos antes das raízes, que pode ter conduzido à morte das estacas logo após o plantio. Segundo Hartmann *et al.* (1997), o enraizamento das estacas deve ocorrer antes da emissão dos brotos. A formação de novas estruturas na parte aérea da estaca funciona como um forte dreno consumidor das reservas de carboidratos e compostos nitrogenados. Portanto, o seu surgimento antes da emissão das raízes na base da estaca pode levar à exaustão destas reservas, resultando na morte das estacas (Lima *et al.*, 2006).

A experiência decorreu no período correspondente à estação fria em Moçambique, este facto pode ter influenciado negativamente na sobrevivência das estacas, pois de acordo com Zschocke *et al.* (2000), a *Warburgia salutaris* é uma espécie sensível ao frio. De acordo com Hartmann *et al.* (1997), altas temperaturas (27 à 30°C) podem promover maior enraizamento e crescimento de plantas.

Outro aspecto que pode ter contribuído para o baixo desenvolvimento das estacas é o facto de não se ter usado fertilizantes no presente estudo, pois, segundo Taiz & Zeiger (2004), em produções a longo prazo, o consumo de nutrientes pode atingir um ponto no qual eles, também, precisam de ser adicionados ao solo como fertilizantes.

A concentração de hormonas empregue para o enraizamento das estacas pode ter influenciado na baixa sobrevivência e no não enraizamento das estacas, pois provavelmente foram elevadas e não toleradas pela espécie em estudo. Estes resultados contrariam os de Hartmann *et al.* (1997), que recomenda o uso destas concentrações em espécies de difícil enraizamento.

No final da experiência, apesar de se ter verificado baixo nível de sobrevivência das estacas, no geral, os tratamentos com IBA foram os que apresentaram elevada percentagem de sobrevivência das estacas em relação aos tratamentos com NAA. Este facto está de acordo com Hartmann *et al.* (1997), que afirmam que, IBA é mais efectivo no enraizamento de estacas. Por outro lado, verificou-se que, os tratamentos controle e IBA à 2.500 mg/l no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti e os tratamentos controle e IBA à 5.000 mg/l no substrato com solo dos arredores da estufa, apesar de ter níveis de sobrevivência baixos apresentaram estacas vivas até ao final da experiência.

A acção positiva de IBA na promoção do enraizamento tem sido evidenciada em diferentes espécies. Estudos feitos por Lana *et al.* (2008), em estacas de *Eucalyptus urophylla*, comprovaram que o uso de Ácido 3-Indol-Butírico, nas concentrações de 2.000; 5.000; 10.000 mg/l, resultou em maior percentagem de enraizamento das estacas.

Entretanto, Hartmann *et al.* (1997), defende que as combinações das duas hormonas produzem melhores resultados no enraizamento de estacas. No mesmo sentido, Ono *et al.* (1992), trabalhando com estacas de *Coffea arabica*, verificaram que a adição de boro, aos tratamentos auxínicos, beneficiaram o enraizamento das estacas desta espécie.

A colheita de estacas no presente estudo foi feita no mês de Abril, que se encontra próximo do período de floração da espécie (Março à Maio) em Moçambique (Jansen & Mendes, 1990). Este facto pode ter influenciado negativamente na estimulação de enraizamento das estacas de *Warburgia salutaris*, e vai de acordo com Kersten *et al.* (1993), segundo os quais, a época de corte de estacas exerce influência na percentagem de enraizamento.

De acordo com Hartmann *et al.* (1997), a remoção de flores não aumenta a percentagem de enraizamento, o que indica que a presença de flores em si não inibe a formação de raízes, mas as condições anatómicas e fisiológicas associadas a sua presença. Estudos feitos por Ono *et al.* (1992), sobre a influência da época de colecta dos ramos, no enraizamento de estacas caulinares de café (*Coffea arabica*) mostraram que a melhor época de colecta de ramos é a estação chuvosa.

Outro factor que pode ter contribuído para o baixo nível de enraizamento é o diâmetro das estacas. No presente estudo foram usadas estacas de 0,3 à 0,5 cm de diâmetro, que podem não ser as recomendadas para a presente espécie. No entanto, Ribeiro & José (1991), estudando efeitos da hormona IBA no enraizamento de estacas de romãzeira obtiveram maiores índices de enraizamento em estacas de 0.3 e 4.5 cm. Por outro lado, Dias *et al.* (1999), estudando efeito de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus acerifolia*, verificaram que estacas de 3 à 4.5 cm apresentam as melhores condições de enraizamento. Segundo os mesmos autores, estacas grossas possuem a maior disponibilidade de nutrientes, mas, em compensação, as estacas finas podem apresentar a maior concentração endógena de auxinas, por situarem-se próximo à zona de sua produção (ápices caulinares). De um modo geral, o tamanho de estacas reflecte a quantidade de reservas a serem utilizadas durante o processo de enraizamento (Oliveira *et al.*, 2003).

O facto de estacas de *Warburgia salutaris* não terem formado raízes pode ter conduzido a rápida mortalidade das estacas. Segundo Carvalho *et al.* (2007), estacas apicais de plantas femininas que não enraízam também não sobrevivem resultando numa mortalidade maior. De acordo com Taiz & Zeiger (2004), a habilidade das plantas em obter água e nutrientes minerais do solo está relacionada à sua capacidade de desenvolver um extenso sistema radicular.

Tem sido descrito por vários autores que a presença de folhas nas estacas favorece a emissão de raízes (Paiva e Gomes, 2001; Oliveira *et al.*, 2003). Este facto não foi verificado no presente estudo, pois apesar de se ter reduzido o número de folhas antes da colocação das estacas nos vasos, as folhas que permaneceram nas estacas podem ter influenciado negativamente no processo de regeneração das estacas. Segundo Costa (2008), em espécies que enraízam mais lentamente, como é o caso de *Warburgia salutaris*, deve-se reduzir a níveis baixos a transpiração pelas folhas, até que se formem as raízes.

Outro factor que não é de menor importância é a emissão de brotos antes das raízes, que pode ter conduzido à morte das estacas logo após o plantio. Segundo Hartmann *et al.* (1997), o enraizamento das estacas deve ocorrer antes da emissão dos brotos. A formação de novas estruturas na parte aérea da estaca funciona como um forte dreno consumidor das reservas de carboidratos e compostos nitrogenados. Portanto, o seu surgimento antes da emissão das raízes na base da estaca pode levar à exaustão destas reservas, resultando na morte das estacas (Lima *et al.*, 2006).

A experiência decorreu no período correspondente à estação fria em Moçambique, este facto pode ter influenciado negativamente na sobrevivência das estacas, pois de acordo com Zschocke *et al.* (2000), a *Warburgia salutaris* é uma espécie sensível ao frio. De acordo com Hartmann *et al.* (1997), altas temperaturas (27 à 30°C) podem promover maior enraizamento e crescimento de plantas.

### Efeito de IBA e NAA no número de brotos formados por tratamento nas estacas

O tratamento com IBA à 2.500 mg/l foi o que promoveu maior número médio de brotos nas estacas de *Warburgia salutaris* no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti (Tabela 3). Por outro lado, no substrato com solo dos arredores da estufa os maiores valores médios do número de brotos verificaram-se no tratamento controle e NAA à 2.500 mg/l (Tabela 4). Este facto vem reforçar a ideia de que baixas concentrações podem ser melhores no processo de formação de brotos (Hartmann *et al.*, 1997). No mesmo sentido, estudos feitos por Lana *et al.* (2008), em *Eucalyptus urophylla* mostraram que as maiores taxas de biomassa verde da parte aérea foram obtidas com mais baixas concentrações de Ácido 3-Indol-Butírico (2.000 mg.L<sup>-1</sup> e 5.000 mg.L<sup>-1</sup>).

A análise de regressão linear nos dois substratos de enraizamento, mostrou que o maior número médio de brotos formados correspondeu as concentrações mais baixas das hormonas IBA e NAA, e conseqüente redução do número médio de brotos com o aumento das concentrações (Fig. 10, 11, 12 e 13). Isto levou a que se deduzisse que, o aumento das concentrações das hormonas não corresponde ao aumento do número de brotos pelas estacas de *Warburgia salutaris*.

A diminuição do número de brotos com o aumento das concentrações das hormonas provavelmente se deveu às altas concentrações das hormonas IBA e NAA que foram usadas, conduzindo ao efeito inibitório sobre as estacas, levando a crer que esta espécie é sensível as concentrações de IBA e NAA usadas no presente estudo. Resultado semelhante foi verificado por Miquitaio (2006), usando concentrações de Ácido 3-Indol-Butírico e Ácido Naftaleno Acético à 5.000; 7.500 e 10.000 mg/l em estacas de *Warburgia salutaris*. Este facto, ainda pode ser justificado por Hartmann *et al.* (1997), que afirma que o uso de auxinas em concentrações excessivas pode inibir o desenvolvimento de brotos.

O diâmetro das estacas usado na presente experiência (0,3 à 0,5 cm) pode ter também influenciado a baixa formação de brotos nas estacas, contribuindo para a rápida

diminuição de reservas alimentares nas estacas e conseqüentemente baixo número de brotos. Hartmam *et al.* (1997) e Lima *et al.* (2006), afirmam que a maior quantidade de reservas nutritivas pode se tornar o factor responsável pela maior predisposição para a emissão da brotação na parte aérea.

O facto de estacas de *Warburgia salutaris* não terem formado raízes durante a experiência, pode ter influenciado negativamente a emissão de brotos pelas estacas, e conseqüente diminuição do número de brotos.

A presença de folhas é outro factor que pode ter influenciado a formação de brotos nas estacas, pois Lionakis (1981) citado por Pio *et al.* (2004), afirma que, a presença de folhas garante a sobrevivência das estacas, tanto pela síntese de carboidratos através da fotossíntese, como pelo fornecimento de auxinas e outras substâncias, que são importantes no processo de formação das raízes e novas folhas, estimulando a actividade cambial e a diferenciação celular.

## 10. CONCLUSÃO

- O tratamento controle, IBA à 5.000 mg/l e tratamentos com IBA à 2.500 mg/l e controle promoveram maior percentagem de enraizamento no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti e solo dos arredores da estufa respectivamente.
- O substrato de enraizamento da Reserva Florestal de Licuáti, apresentou maior percentagem de sobrevivência (5.71%), que o substrato de enraizamento usando solo dos arredores da estufa (4.8%).
- A concentração de IBA à 2.500 mg/l foi a que promoveu maior número médio de brotos no substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti, enquanto que, os tratamentos controle e NAA à 2.500 mg/l promoveram maior número médio de brotos no substrato com solo dos arredores da estufa.
- No substrato com solo da Reserva Florestal de Licuáti, o tratamento com IBA apresentou correlação negativa fraca e tratamento com NAA apresentou correlação negativa forte entre o número médio de brotos formados por tratamento e respectivos tratamentos empregues.
- No substrato com solo dos arredores da estufa, os tratamentos com IBA e NAA apresentaram correlação negativa forte entre o número médio de brotos formados por tratamento e respectivos tratamentos empregues.
- As concentrações de IBA e NAA usadas e o solo da Reserva Florestal de Licuáti e dos arredores da estufa não induziram de forma significativa as raízes em estacas caulinares de *Warburgia salutaris*.



## 11. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se a realização da colheita das estacas num período que não seja o de Março à Maio, por ser próximo a época de floração da espécie.
- Recomenda-se a utilização de concentrações no intervalo de 2.500 à 5.000 mg/l pois no presente estudo foram as que promoveram melhores resultados na sobrevivência e formação de brotos.
- Recomenda-se que se use a associação das duas hormonas IBA e NAA, pois promovem melhores resultados no enraizamento de estacas do que o seu uso isolado Hartmann *et al.* (1997).
- Recomenda-se o aumento do período de ensaio, pois o período usado no presente estudo não permitiu avaliar o nível de enraizamento das estacas.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, W., R. Pio., N.P. Feldberg., E. A. Chagas & R.F.A. Veiga (2007). Enraizamento de Estacas Lenhosas de Pereira Tratadas com AIB e Mantidas em Ambiente de Estufa Tipo B.O.D. e de Telado. v.29, Revista Brasileira., Jaboticabal – São, 589-594pp.
- Carvalho, R.I.N., M.A. Nolasco., T. Carvalho., M. Ripka., L.M. Giublin., M. Negrello & M.C. Scheffer (2007). Enraizamento de Estacas de Carqueja em Função de Diferentes Substratos e Posições do Ramo em Plantas Masculinas e Femininas. Ciência Agrária, 269-274pp.
- Chivambo, J.F. (2006). Efeitos de diferentes concentrações de Ácido  $\alpha$ -naftalacético e Kinetina na Indução de Brotos nos Explantes Caulinares da *Warburgia salutaris* (Bertol.f.) Chiov. Tese de Licenciatura. 26pp. Maputo, Universidade Eduardo Mondlane.
- Costa F. (2008). Estacaria e alporquia. <http://fabiano.projetobonsai.com>. Acessado no dia 08.10.08.
- DeVier, C.L. & R.L. Geneve (1997). Flowering influences adventitious root formation in chrysanthemum cuttings. Elsevier, 70: 309-318.
- Dias, R.M.S.L., E.T.H. Franco., & C.A. Dias (1999). Enraizamento de Estacas de Diferentes Diâmetros em *Platanus acerifolia* (Aiton) Willdenow. Ciência Florestal, Santa Maria, ISSN 0103-9954-127-136.
- Emanuelsson, M.W.M (2005). Diversidade e Estrutura das plantas Endêmicas na Reserva Florestal do Licuáti. Tese de Licenciatura. 54pp. Maputo, Universidade Eduardo Mondlane.

- Fernandes, L., J. Pessoa., A. Aguiar & I. Carrasquinho (2007). Manual de Estacaria de Pinheiro bravo. 18pp. Lisboa, Centro PINUS, ISBN 978-972-98308.
- Graça, M.E.C & V.B.R. Toth (1990). Rebrota de *Eucalyptus*: A influência da altura, diâmetro e procedência no vigor das brotações. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, 49-57pp.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester., F.T. Davis Jr., & R.L Geneve (1997). Plant Propagation: Principles and Practices. 6<sup>th</sup> edition, 770pp. New Jersey, Prentice-Hall.
- Higashi, E.N. & R. L.V. Silveira (2000). Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Brasil, ISSN 0100-3453.
- Jansen, P.C.M & O. Mendes (1990). Plantas Mediciniais-Seu Uso Tradicional em Moçambique. 302pp. Maputo, Imprensa do Partido.
- Kersten, E., A.A. Lucchesi & L.E.Gutierrez (1993). Efeito do Ácido Indolbutírico no Enraizamento de Estacas de Ramos de Plantas de Ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl.). Sci. Agric., Piracicaba, 50(1):119-26.
- Krog, M., M.P. Falcão & C. S. Olsen (2006). Medicinal plant markets and trade in Maputo, Mozambique. Forest & Landscape, 16:1-49.
- Lana, R.M.Q., A.M.Q. Lana, S. Barreira., T.R. Moraes., M. V. Faria (2008). Dozes do Ácido Indolbutírico no Enraizamento e Crescimento de Estacas de Eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). Biosci. J., Uberlândia, 13-18pp.

- Lima, R.L.S., D.L. Siqueira., O.B. Weber., J.O. Cazetta (2006). Comprimento de Estacas e Parte do Ramo na Formação de Mudanças de Aceroleira. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 83-86pp.
- Miquitaio, D.S.F. (2006). Efeito de diferentes concentrações do Ácido 3-Indol Butírico e Ácido-Naftaleno Acético na formação de raízes adventícias em estacas caulinares de *Warburgia salutaris* (Bertol. f. Chiov). "Chibaha". Tese de Licenciatura. 47pp. Maputo, Universidade Eduardo Mondlane.
- Nachtigal, J.C. & J.C. Fachinello (1995). Efeito de Substratos e do Ácido Indolbutírico no Enraizamento de Estacas De Araçazeiro (*Psidium cattleianum Sabine*). Rev. Brás. de Agrociência. 6pp.
- Norberto, P.M., N. N. J. Chalfun., M. Pasqual (2001). Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica L.*). Ciência e Agrotecnologia, Lavras. 533-541pp.
- Oliveira, A.F., m. Pasqual., N.J. Chalfun., M.A.L. Regina & C.D. Rincón (2003). Influência do Número de Nós em Estacas Semilenhosas de Oliveira (*Olea europaea L.*) no Enraizamento Sob Câmara de Nebulização. Ciência e Agrotecnologia, Lavras. 332-338pp.
- Ono, E. O., J.D. Rodrigues & S.Z. do Pinho (1992). Interações entre Auxinas e Ácido Bórico, no enraizamento de estacas caulinares de *Coffea arabica L.* CV. Mundo Novo. Ciência Agrícola, Piracicaba - SP, 49(1):23-27.
- Pagano, M & K. Gauvreau (2004). Princípios de Biostatística. 505pp. São Paulo, Thomson Learnig Ltda.
- Paiva, H. N & J. M. Gomes (2001). Propagação vegetativa de espécies florestais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 629-634pp.

- Palgrave, M.C. (2002). Trees of Southern Africa. 3<sup>rd</sup> edition, 1212pp. Cape Town, Stiuk Publishers.
- Pickscius, F. J. (2007). Acompanhamento da Produção de Plantas Ornamentais na Empresa Planta Flor. 76pp. Florianópolis/Sc, Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Agrárias.
- Pio, R., N.N.J. Chalfun., J.D. Ramos., T.C.A.Gontijo., M. Toledo & E.P. Carrijo (2004). Presença de Folhas e Gema Apical no Enraizamento de Estacas Herbáceas de Figueira Oriundas da Desbrota. Revista Brasileira. Agrociência. 51-54pp.
- Quilambo, O.A. (2000). Fuctioning of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) under Nutrient Deficiency and Drought Stress in Relation to Symbiotic Associations.168pp. Van Denderen B.V. Groningen.
- Rabe, T. & J. van Staden (2000). Isolation of an antibacterial sesquiterpenoid from *Warburgia salutaris*. Elsevier, 73:171-174.
- Ribeiro, A.A. & A.R.S. José (1991). Efeitos do fitohormônio IBA no enraizamento de estacas de romãzeira. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas 157-159pp.
- Stefanello M.E.A., M. J. Salvador., I. Y. Ito & P. A.T. Macari (2006). Avaliação da atividade antimicrobiana e citotóxica de extratos de *Gochnatia polymorpha* ssp *floccosa*. Revista Brasileira de Farmacognosia. São Paulo, Braisl. 16(4):525-530.
- Taiz, L & E. Zeiger (2004). Fisiologia Vegetal. 679pp. 3<sup>a</sup> Edição. Porto Alegre, Brasil.
- van Wyk, B., B.V. Oudtshoorn., N. Gericke (1997). Medicinal Plants of South Africa. 304pp. Pretoria, Briza Publications.

- van Wyk, B. & N. Gericke (2000). People's Plants of South Africa. 351pp. Pretoria, Briza Publications.
- van Wyk, A.E. & G.F. Smith (2001). Regions of floristic Endemism in Southern Africa. 199pp. Editoras Emsie du Plessis & François Steffens.
- van Wyk, B.E. & M. Wink (2004). Medicinal Plants of The World. 480pp. Pretoria, South Africa, Briza Publications.
- Wube, A.A., F. Bucar, S. Gibbons & K. Asres (2005). Sesquiterpenes from *Warburgia ugandensis* and their antimycobacterial activity. Elsevier, 66:2309-2315.
- Zschocke, S., T. Rabe, J.L.S. Taylor., A.K. Jager & J. van Staden (2000). Plant part substitution – a way to conserve endangered medicinal plants? Elsevier, 71:281-292.
- [<http://www.uem.mz>], Consultado no dia 3 de Abril de 2008.

# ANEXOS

## Anexo 1. Descrição da espécie *Warburgia salutaris* (Bertol. f.) Chiov.

**Família:** Canellaceae

**Nome:** Vernacular: Chibaha

### Descrição

Árvore de porte médio (Krog *et al.*, 2006), usualmente entre 5-10 m de altura, mas pode chegar até 20 m em certas áreas (Palgrave, 2002). Apresenta um casca áspera, vermelha na face interna. As folhas são simples, alternas, pecioladas, coriáceas, glabras, com pontas perlúcidas, pecíolo 2-5 mm de comprimento; limbo oblanceolado até oblongo ou elíptico, até 10 x 2 cm, base acuneata, margem inteira, às vezes ligeiramente involuta, ápice agudo. As flores são axilares, solitárias ou cimeiras de 2 - 3; pedicelo até 1.5 mm de comprimento; sepalas em número de 3, suborbiculares, 2 x 3 mm, finamente ciliadas; corola em verticílios de 5 pétalas; pétalas de verticílio externo obovadas, 4-5 x 3 mm; os estames são 10, formando um tubo de 3 - 4 mm de comprimento. O Fruto é uma baga, (sub) globoso até ovóide, diâmetro até 2.5 cm, pericarpo coriáceo, enrugado, purpúreo - azul escuro, com varias sementes (Jansen & Mendes, 1990).



**Anexo 2.** Teste estatístico do número de brotos formados pelas estacas de *Warburgia salutaris* no solo da Reserva Florestal de Licúati.

One-way ANOVA

Número de brotos por tratamento no solo da Reserva Florestal de Licúati

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3860.214	6	643.369	3.058	.026
Within Groups	4418.750	21	210.417		
Total	8278.964	27			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Número de brotos por tratamento no solo da Reserva Florestal de Licúati

	(I) Hormonas IBA e NAA	(J) Hormonas IBA e NAA	Mean Difference (I-J)
Tukey HSD	Controle	IBA à 2500	-21.000
		IBA à 5000	1.750
		IBA à 10000	6.250
		NAA à 2500	12.500
		NAA à 5000	15.000
		NAA à 10000	15.000
		IBA à 2500	Controle
IBA à 5000	22.750		
IBA à 10000	27.250		
NAA à 2500	33.500(*)		
NAA à 5000	36.000(*)		
NAA à 10000	36.000(*)		
IBA à 5000	Controle	IBA à 2500	-1.750
		IBA à 5000	-22.750
		IBA à 10000	4.500
		NAA à 2500	10.750
		NAA à 5000	13.250
		NAA à 10000	13.250
IBA à 10000	Controle	IBA à 2500	-6.250
		IBA à 5000	-27.250

	IBA à 5000	-4.500
	NAA à 2500	6.250
	NAA à 5000	8.750
	NAA à 10000	8.750
NAA à 2500	Controle	-12.500
	IBA à 2500	-33.500(*)
	IBA à 5000	-10.750
	IBA à 10000	-6.250
	NAA à 5000	2.500
	NAA à 10000	2.500
NAA à 5000	Controle	-15.000
	IBA à 2500	-36.000(*)
	IBA à 5000	-13.250
	IBA à 10000	-8.750
	NAA à 2500	-2.500
	NAA à 10000	.000
NAA à 10000	Controle	-15.000
	IBA à 2500	-36.000(*)
	IBA à 5000	-13.250
	IBA à 10000	-8.750
	NAA à 2500	-2.500
	NAA à 5000	.000

\* The mean difference is significant at the .05 level.

Número de brotos por tratamento

Homogeneous Subsets

	Hormonas IBA e NAA (R.F.L)	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Tukey	NAA à 5000	4	.75	
HSD(a)	NAA à 10000	4	.75	
	NAA à 2500	4	3.25	
	IBA à 10000	4	9.50	9.50
	IBA à 5000	4	14.00	14.00
	Controle	4	15.75	15.75
	IBA à 2500	4		36.75
	Sig.		.763	.159

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

**Anexo 3.** Teste estatístico do número de brotos formados pelas estacas de *Warburgia salutaris* no solo dos arredores da estufa do Departamento de Ciências Biológicas.

One-way ANOVA

Número de brotos por tratamento no solo dos arredores da estufa do Departamento de Ciências Biológicas

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1241.500	6	206.917	8.222	.000
Within Groups	528.500	21	25.167		
Total	1770.000	27			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Número de brotos por tratamento no solo dos arredores da estufa

	(I) Hormonas IBA e NAA	(J) Hormonas IBA e NAA (Estufa)	Mean Difference (I-J)
Tukey HSD	Controle	IBA à 2500	6.750
		IBA à 5000	13.500(*)
		IBA à 10000	14.500(*)
		NAA à 2500	.000
		NAA à 5000	16.000(*)
		NAA à 10000	15.750(*)
	IBA à 2500	Controle	-6.750
		IBA à 5000	6.750
		IBA à 10000	7.750
		NAA à 2500	-6.750
		NAA à 5000	9.250
		NAA à 10000	9.000
	IBA à 5000	Controle	-13.500(*)
		IBA à 2500	-6.750
		IBA à 10000	1.000
		NAA à 2500	-13.500(*)
		NAA à 5000	2.500
		NAA à 10000	2.250
	IBA à 10000	Controle	-14.500(*)
		IBA à 2500	-7.750
		IBA à 5000	-1.000
		NAA à 2500	-14.500(*)

	NAA à 5000	1.500
	NAA à 10000	1.250
NAA à 2500	Controle	.000
	IBA à 2500	6.750
	IBA à 5000	13.500(*)
	IBA à 10000	14.500(*)
	NAA à 5000	16.000(*)
	NAA à 10000	15.750(*)
NAA à 5000	Controle	-16.000(*)
	IBA à 2500	-9.250
	IBA à 5000	-2.500
	IBA à 10000	-1.500
	NAA à 2500	-16.000(*)
	NAA à 10000	-2.250
NAA à 10000	Controle	-15.750(*)
	IBA à 2500	-9.000
	IBA à 5000	-2.250
	IBA à 10000	-1.250
	NAA à 2500	-15.750(*)
	NAA à 5000	.250

\* The mean difference is significant at the .05 level.

#### Homogeneous Subsets

Número médio de brotos por tratamento

	Hormonas IBA e NAA (Estufa)	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	
Tukey HSD(a)	NAA à 5000	4	1.50		
	NAA à 10000	4	1.75		
	IBA à 10000	4	3.00		
	IBA à 5000	4	4.00		
	IBA à 2500	4	10.75	10.75	
	Controle	4		17.50	
	NAA à 2500	4		17.50	
	Sig.			.174	.500

Anexo 4. Teste estatístico do número de brotos formados pelas estacas de *Warburgia salutaris* por cada tratamento empregue nos dois substratos de enraizamento (solo da Reserva Florestal de Licuáti (R.F.L) e dos arredores da estufa do Departamento de Ciências Biológicas.

One-way ANOVA

Solos	Hormonas		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RFL	IBA	Between Groups	1763,500	3	587,833	1,624	,236
		Within Groups	4342,500	12	361,875		
		Total	6106,000	15			
	NAA	Between Groups	618,750	3	206,250	11,842	,001
		Within Groups	209,000	12	17,417		
		Total	827,750	15			
Estufa	IBA	Between Groups	544,688	3	181,563	6,056	,009
		Within Groups	359,750	12	29,979		
		Total	904,438	15			
	NAA	Between Groups	777,188	3	259,063	17,199	,000
		Within Groups	180,750	12	15,063		
		Total	957,938	15			

## Anexo 4. Continuação

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Número de Brotos

Solos	Hormonas		(I) Concentrações	(J) Concentrações	Mean Difference (I-J)
RFL	NAA	Tukey HSD	0	2500	12,500(*)
				5000	15,000(*)
				10000	15,000(*)
			2500	0	-12,500(*)
				5000	2,500
				10000	2,500
			5000	0	-15,000(*)
				2500	-2,500
				10000	,000
			10000	0	-15,000(*)
				2500	-2,500
				5000	,000
Estufa	IBA	Tukey HSD	0	2500	6,750
				5000	13,500(*)
				10000	14,500(*)
			2500	0	-6,750
				5000	6,750
				10000	7,750
	5000	0	-13,500(*)		
		2500	-6,750		
		10000	1,000		
	10000	0	-14,500(*)		
		2500	-7,750		
		5000	-1,000		
NAA	Tukey HSD	0	2500	16,000(*)	
			5000	15,750(*)	
			10000	16,500(*)	
		2500	0	-16,000(*)	
			5000	-,250	
			10000	,500	
5000	0	-15,750(*)			
	2500	,250			
	10000	,750			
10000	0	-16,500(*)			
	2500	-,500			
	5000	-,750			

The mean difference is significant at the .05 level.