

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**DANIELA BALDEZ VIDAL**

**EFEITOS DA ANOXIA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E  
DO ALAGAMENTO DO SOLO NO CRESCIMENTO DE  
MUDAS DE *Copaifera lucens* DWYER (FABACEAE)**

Ilhéus - BA

2011

**DANIELA BALDEZ VIDAL**

**EFEITOS DA ANOXIA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E  
DO ALAGAMENTO DO SOLO NO CRESCIMENTO DE  
MUDAS DE *Copaifera lucens* DWYER (FABACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal. Área de concentração: Cultivos em Ambiente Tropical Úmido.

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Marcelo Schramm Mielke

**COORIENTADORAS:** Pesq. Dra. Regina H. R. Sambuichi

Prof. Dra. Eusínia Louzada Pereira

Ilhéus - BA

2011

**DANIELA BALDEZ VIDAL**

**EFEITOS DA ANOXIA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DO  
ALAGAMENTO DO SOLO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE  
*Copaifera lucens* DWYER (FABACEAE)**

Ilhéus, 22/07/2011

---

Dr. Rogério Ferreira Ribas  
UFRBP (Membro externo)

---

Dr. Alex-Alan Furtado de Almeida  
DCB – UESC

---

Dra. Eusínia Louzada Pereira  
DCAA – UESC

---

Dr. Marcelo Schramm Mielke  
DCB – UESC (Orientador)

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À minha mãe Leyla e ao meu irmão Leonardo, pela paciência, carinho e incentivo.

Ao meu noivo Marcio, pela compreensão nos momentos de ausência, por me confortar cada vez que um ensaio não dava certo, principalmente, pelo amor e “tolerância ao estresse” do mestrado.

Ao meu orientador Marcelo, pela paciência e orientação, que tanto contribuíram para o meu aprendizado e amadurecimento.

A José Lima e Michaele Pessoa, pela coleta de sementes de copaíba.

Ao Instituto Cabruca e ao Assentamento Terra Vista, por disponibilizar a coleta de sementes.

A Seu Manoel (Adelino), pelos momentos de descontração e apoio no segundo experimento.

À Thaline, pelas conversas e motivação.

Aos colegas e amigos “sobreviventes” da turma PPGPV/2009.1: Ariana e Kaliusia, pelo companheirismo e, especialmente, a Paulo Alfredo por todas as sugestões e conversas ao longo de todo mestrado.

À professora Eusinia, pela coorientação e ensinamentos com as sementes.

À aluna de Iniciação científica e amiga Ísis e ao seu super auxílio nesse trabalho.

A Ricardo, pelas fotos.

À amiga Rita Lyrio, pela revisão.

À Universidade Estadual de Santa Cruz, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, por meio do seu corpo docente, por contribuir substancialmente com a minha formação acadêmica, por meio dos ensinamentos transmitidos, fornecendo as condições adequadas para a realização das minhas atividades acadêmicas e de pesquisa.

A FAPESB pela concessão de um ano de bolsa de estudo.

A todos os amigos e familiares, que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

**EFEITOS DA ANOXIA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DO  
ALAGAMENTO DO SOLO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Copaifera lucens*  
Dwyer (Fabaceae)**

**RESUMO**

É indiscutível a importância econômica do gênero *Copaifera* (Fabaceae – Caesalpinioideae) tanto em nível comercial quanto industrial. As espécies desse gênero são adaptadas a uma grande variedade de ambientes. O presente estudo objetivou avaliar o desempenho da germinação e, estabelecimento de mudas de *C. lucens* no campo, com a finalidade de proporcionar subsídios para o manejo racional de populações dessa espécie em ambientes de matas ciliares. Foram realizados dois experimentos. No primeiro experimento as sementes de *C. lucens* foram submersas em água por 0, 2, 4, 8, 16 e 32 dias. Foram realizados testes de germinação e análises do vigor das plântulas. Para os testes de germinação, as sementes foram semeadas em recipientes plásticos contendo substrato areia e mantidas em condições de laboratório. Para cada teste, foram analisados a percentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação. Após 62 dias da semeadura, as plântulas foram repicadas para sacos plásticos de polietileno, os quais foram transportados para viveiro. Aos 40 dias após a repicagem, foram selecionadas 30 plantas, as quais foram acondicionadas em canos de PVC com 100 mm de diâmetro e 260 mm de altura, com tampa (com dois furos, um de cada lado, para a drenagem da água de irrigação) na extremidade inferior. Foi realizada a adubação, sendo os fertilizantes utilizados fosfato monoamônico (MAP) com 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10% de N; nitrato de potássio com 44% de K<sub>2</sub>O e 13% de N. Foi realizado o alagamento, com água até 20 mm acima do nível do solo, durante um período de 39 dias. As plantas controle foram irrigadas diariamente durante todo o período experimental. No início do período de alagamento foram avaliados, em dez plantas, a massa seca de raízes, caules, folhas e total e área foliar total. No final do alagamento, as mesmas variáveis foram avaliadas em quinze plantas por tratamento. Para obtenção da biomassa seca, as mudas foram lavadas, separadas em raiz, caule e folhas. O material vegetal foi colocado individualmente em sacos de papel e levados para secagem em estufa de ventilação forçada a 75° C até massa constante, por 72 horas. A área foliar de cada planta foi obtida por meio de um medidor eletrônico de área foliar LI-3100 (Li-Cor, inc. Lincoln, Nebraska, USA). A partir dos dados de massa seca, foram calculadas a razão de massa seca de raízes, de caules e de folhas. Foram calculadas ainda as taxas de crescimento relativo de raízes, caules, folhas e total. Ao final do período de alagamento foram avaliadas a taxa fotossintética líquida e a condutância estomática ao vapor de água com um medidor portátil de fotossíntese modelo Li-6400 (Li-Cor, USA), equipado com uma fonte de luz artificial 6400-02B RedBlue, programada para fornecer 1200 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Durante as medições, a temperatura da folha foi mantida em 30 ± 1 °C, a umidade relativa do ar em torno de 60 ± 0,4% e a concentração ambiente de CO<sub>2</sub> em torno de 387 ± 3 μmol mol<sup>-1</sup>. As medições foram realizadas entre 8 e 10 h, utilizando-se o folíolo apical de uma folha madura e completamente expandida por planta, em quinze plantas por tratamento. A presença de lenticelas nas plantas alagadas foi avaliada aos 16 e 37 dias após o início do alagamento, os resultados foram analisados mediante distribuição de frequências. Foi adotado o delineamento experimental completamente ao acaso com dois níveis de água do solo (alagado e controle) e 15 repetições para biomassa e 10 repetições para as trocas gasosas foliares. As comparações de médias foram realizadas por meio do teste-t. No experimento 1, o tempo de submersão afetou drasticamente o teor de

oxigênio dissolvido e a germinação das sementes. Entre 4 e 8 dias de submersão observou-se uma queda de 83,8 para 15,6% nos percentuais de germinação. Nenhuma semente germinou a partir de 16 dias de submersão. Apesar de ter ocorrido uma queda significativa nos percentuais de plântulas normais de 73,8 para 13,8% entre os tratamentos de 4 e 8 dias de submersão, o vigor das mesmas não foi afetado. No experimento 2, após 16 dias de alagamento já havia se tornado visíveis algumas lenticelas. Após 39 dias sob os tratamentos não foi possível verificar diferenças significativas entre o controle e o alagado com relação à eficiência instantânea do uso da água (A/g<sub>s</sub>). Observaram-se diferenças significativas na taxa fotossintética líquida (A) e condutância estomática ao vapor de água (g<sub>s</sub>) entre as plantas controle (A= 6,25 μ mol<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup> e g<sub>s</sub>= (53,8 mmol<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>) e as plantas alagadas (A= 1,34 μ mol<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup> e g<sub>s</sub>= 8,6 mmol<sup>-2</sup>S<sup>-1</sup>). As sementes de *C. lucens* são parcialmente tolerantes à submersão em água e as mudas apresentam alto índice de sobrevivência principalmente ao alagamento parcial. A sua plasticidade, principalmente por desenvolvimento de lenticelas, pode ser uma característica importante para a maior tolerância a condições de alagamento.

**Palavras-chave:** óleo-resina, Mata Atlântica e copaíba

## **EFFECTS OF ANOXIA ON SEED GERMINATION AND SOIL FLOODING ON THE GROWTH OF SEEDLINGS *Copaifera lucens* Dwyer (FABACEAE)**

### **ABSTRACT**

There is no doubt the economic importance of the genus *Copaifera* (Fabaceae - Caesalpinioideae) at both the commercial and industrial. The species of this genus are adapted to a wide variety of environments. This study aimed to evaluate the performance of the germination and establishment of seedlings of *C. lucens* in the field, with the purpose to provide for the rational management of populations of this species in riparian environments. Two experiments were conducted in the first experiment the seeds of *C. lucens* were submerged in water for 0, 2, 4, 8, 16 and 32 days. Performed tests of germination and seedling vigor analysis. For germination, seeds were sown in plastic containers containing sand and kept in laboratory conditions. For each test, we analyzed the percentage of germination, germination rate index and the average time of germination. After 62 days of sowing, the seedlings were transplanted to polyethylene plastic bags, which were transported to the nursery. At 40 days after transplanting, 30 plants were selected, which were placed in PVC pipes with 100 mm diameter and 260 mm high, with lid (with two holes, one on each side for drainage of irrigation water ) at the lower end. Fertilization was performed, and fertilizer use monoammonium phosphate (MAP) to 50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 10% N, potassium nitrate with 44% of K<sub>2</sub>O and 13% N. We conducted the flooding, with water up to 20 mm above ground level during a period of 39 days. The control plants were irrigated daily throughout the experimental period. At the beginning of the flooding were evaluated in ten plants, dry mass of roots, stems, leaves and total leaf area. At the end of the flooding, the same variables were evaluated in fifteen plants per treatment. To obtain dry biomass, the seedlings were washed, separated into root, stem and leaves. The plant material was placed individually in paper bags and taken to drying in a forced air oven at 75 ° C to constant weight for 72 hours. Leaf area of each plant was obtained by means of an electronic leaf area meter LI-3100 (Li-Cor, inc. Lincoln, Nebraska, USA). From the data of dry weight, we calculated the ratio of dry mass of roots, stems and leaves. We also calculated the relative growth rates of roots, stems, leaves and all. At the end of the flooding were evaluated net photosynthetic rate and stomatal conductance to water vapor with a portable photosynthesis model Li-6400 (Li-Cor, USA) equipped with an artificial light source 6400-02B RedBlue scheduled to provide 1200 μmol photons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. During measurements, leaf temperature was maintained at 30 ± 1 ° C, relative humidity around 60 ± 0.4% and the ambient concentration of CO<sub>2</sub> of around 387 ± 3 μmol mol<sup>-1</sup>. Measurements were performed between 8 and 10 h, using the apical leaflet of a mature and fully expanded leaf per plant, in fifteen plants per treatment. The presence of lenticels flooded plants was assessed at 16 and 37 days after the onset of flooding, the results were analyzed using frequency distribution. Was adopted completely random experimental design with two levels of soil water (flooded and control) and 15 repetitions to 10 repetitions for biomass and leaf gas exchange. Comparisons between means were performed using t-test. In experiment 1, the time of submergence drastically affected the content of dissolved oxygen and seed germination. Between 4 and 8 days of submergence showed a fall of 83.8 to 15.6% in the percentage of germination. No seeds germinated from 16 days of submersion. Although there have been a significant drop in the percentage of normal seedlings from 73.8 to 13.8% between treatments 4 and 8 days of submergence, the force of the same was not affected. In experiment 2, after 16 days of flooding had become visible a few lenticels. After 39 days

under treatment was not possible to verify significant differences between control and flooded with respect to the instantaneous efficiency of water use ( $A / g_s$ ). We observed significant differences in net photosynthetic rate ( $A$ ) and stomatal conductance to water vapor ( $g_s$ ) between the control plants ( $A = 6.25 \mu \text{ mol}^{-2}\text{S}^{-1}$  and  $g_s = 53.8 \text{ mmol}^{-2}\text{S}^{-1}$ ) and flooded plants ( $A = 1.34 \mu \text{ mol}^{-2}\text{S}^{-1}$  and  $g_s = 8.6 \text{ mmol}^{-2}\text{S}^{-1}$ ). The seeds of *C. lucens* are partially tolerant to submergence in water and the seedlings have a high index survival mainly to partial flooding. Its plasticity, mainly by developing lenticels, may be an important feature for greater tolerance to waterlogged conditions.

**Keywords:** oil-resin, the Atlantic Forest and copaiba



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Teor de oxigênio dissolvido na água em função do tempo de submersão de sementes de *C. lucens*. Medições realizadas a cada hora até 8 horas e 1, 2, 4, 8, 16, 21 e 32 dias após a submersão das sementes.
- Figura 2. Percentagem de germinação de sementes de *C. lucens* em função do tempo em dias (d) de submersão em água.
- Figura 3. Distribuição de frequência para o índice de presença de lenticelas (0- sem lenticelas; 1 – poucas lenticelas visíveis; 2– muitas lenticelas visíveis) para plantas jovens de *C.lucens* aos 16 e 37 dias após o início do alagamento do solo.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Variáveis biométricas, peso de 1000 sementes (g) e grau de umidade (%) de sementes de *C. lucens*.
- Tabela 2. Percentuais de sementes germinadas aos quinze (G15) e aos quarenta dias (G40) após o início dos testes, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação de sementes (TMG), plântulas normais (PN) e sementes mortas (SM) ao final do teste de germinação (40 dias) de *C. lucens* em função do tempo de submersão em água. Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão (n = 4).
- Tabela 3. Biomassa seca total (BST), área foliar (AF), massa foliar específica (MFE), razão de área foliar (RAF) para plântulas de *C. lucens* originadas de sementes submersas em água por 0, 2, 4 e 8 dias. Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão (n = 4).
- Tabela 4. Taxa de crescimento relativo de raízes (TCRr), caules (TCRc), folhas (TCRf) e total (TCRt), área foliar (AF), razão de massa de raízes (RMR), caules (RMC) e folhas (RMF) e razão de área foliar (RAF) de plantas jovens de *C. lucens* submetidas ao alagamento do solo por 39 dias. Médias de 15 repetições  $\pm$  erro padrão.
- Tabela 5. Taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática ao vapor de água (gs), eficiência instantânea do uso da água (A/g) de plantas jovens de *C. lucens* submetidas ao alagamento do solo por 39 dias. Médias de 15 repetições  $\pm$  erro padrão.

## SUMÁRIO

### RESUMO

### ABSTRACT

### LISTA FIGURAS

### LISTA DE TABELAS

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1. Matas Ciliares.....	16
2.2. Código Florestal.....	17
2.3. Descrição botânica.....	20
2.4. Tipo de germinação.....	21
2.5. Reprodução e polinização.....	21
2.6. Dispersão de sementes.....	21
2.7. Óleo-resina de copaíba.....	22
2.8. Usos gerais.....	23
2.9. Patentes.....	24
2.10. Distribuição geográfica.....	24
2.11. Caracterização de habitat.....	25
2.12. <i>Copaifera lucens</i> DWYER.....	25
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1. Experimento 1.....	27
3.1.1. Coleta e beneficiamento de sementes.....	27
3.1.2. Submersão das sementes em água.....	27
3.1.3. Teste de germinação.....	28
3.1.4. Delineamento experimental.....	28
3.2. Experimento 2.....	29
3.2.1. Repicagem e acondicionamento de mudas.....	29
3.2.2. Alagamento de plantas jovens.....	29
3.2.3. Avaliação dos efeitos do alagamento nas trocas gasosas foliares.....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>

<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na legislação brasileira, o termo mata ciliar foi usado de forma extremamente genérica, designando qualquer formação florestal ocorrente na margem de cursos d'água, englobando assim as florestas de galeria, as de brejo, as ripárias etc (RODRIGUES, 2000). As áreas de matas ciliares estão inseridas no conceito de áreas de preservação permanente, definidas no Novo Código Florestal (Lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965). Mesmo com sua importância ambiental, ocorreu uma intensa degradação, associada às questões legais e principalmente hídricas, o que incentivou algumas iniciativas de restauração de florestas ciliares nas últimas décadas, tendo como objetivo a proteção de reservatórios de abastecimento público, geração de energia ou recuperação de áreas ciliares mineradas (RODRIGUES, NAVE, 2000).

Matas ciliares ou matas ripárias são formações de vegetação que ocorrem ao longo das margens de cursos de água, funcionando como reguladores do fluxo de água, sedimentos e nutrientes entre os terrenos mais altos da bacia hidrográfica e os ecossistemas aquáticos (RODRIGUES, SHEPHERD, 2000). Por estarem localizadas próximas dos cursos de água, as matas ciliares são sistemas altamente instáveis e suscetíveis a inundações periódicas. Apesar de protegidas por lei, as matas ciliares da região sul da Bahia encontram-se altamente degradadas, sendo necessário o desenvolvimento de estudos de caráter científico para fornecer subsídios aos programas de restauração florestal (MIELKE et al., 2005; LAVINSKY et al., 2007).

Percebe-se, assim, que o processo de eliminação das florestas resultou num conjunto de problemas ambientais, como a extinção de várias espécies da fauna e flora, mudanças climáticas locais, erosão dos solos, eutrofização e assoreamento dos cursos d'água (FERREIRA, DIAS, 2004). Segundo Botelho et al. (2001), as áreas de depleção, às margens dos reservatórios, são um exemplo de áreas difíceis de serem reflorestadas, pelas condições particulares de grande variação nas condições hídricas, em função da oscilação do nível d'água. A oscilação do volume de água no reservatório cria condições extremas que vão desde a inundações à condição de seca provocada pela grande redução no nível d'água.

Os conhecimentos científicos acerca dos requerimentos ambientais ótimos das espécies arbóreas que serão utilizadas em programas de recuperação de matas ciliares podem

auxiliar no desenvolvimento de estratégias que aperfeiçoem o estabelecimento de plântulas ou mudas, reduzindo custos de implantação e ampliando as possibilidades de sucesso das atividades a serem realizadas. Devido a sua economia, praticidade e agilidade de implantação, a semeadura direta é uma técnica promissora que vem sendo testada para a recuperação de ecossistemas florestais (CAMARGO et al., 2002; FERREIRA et al., 2007), incluindo matas ciliares degradadas (SANTOS JÚNIOR et al., 2004; FERREIRA et al., 2009). Assim, estudos que visem obter informações sobre a viabilidade de sementes de espécies florestais, quando submetidas à submersão em água, podem ser úteis para o planejamento e o sucesso de projetos para a recuperação de matas ciliares degradadas.

A germinação de sementes é um dos principais fatores que afetam o manejo de florestas nativas, tanto no que diz respeito à regeneração natural, quanto para a produção de mudas em viveiros florestais. A germinação pode ser definida como uma série de eventos que resultam na transformação de um embrião em plântula. Entretanto, para que ela ocorra é necessário que haja disponibilidade de água em níveis ideais, de acordo com o tipo de semente, composição de gases e temperaturas adequadas (BEWLEY, BLACK, 1994). A água geralmente é o fator limitante para a germinação de sementes não-dormentes, afetando a porcentagem, a velocidade e a uniformidade do processo. Está associada à mobilização de reservas e a liberação de energia por meio da respiração, aumentando também a atividade de enzimas e de reguladores de crescimento (MARCOS FILHO, 2005).

O ar apresenta na sua composição em torno de 21% de oxigênio molecular (O<sub>2</sub>). Embora a maioria das sementes não exija concentrações de oxigênio superiores a 10% para germinarem, níveis inferiores podem causar problemas no processo de germinação (BEWLEY, BLACK, 1994; MARCOS FILHO, 2005). Em situações de alagamento do solo, a respiração realizada pelos organismos aeróbicos, associada com a baixa difusão do oxigênio em água, leva a um rápido declínio do oxigênio disponível, levando a condições de hipoxia ou anoxia (BAILEY-SERRES, VOESENECK, 2008). O suprimento limitado de oxigênio para as sementes, durante todas as fases da germinação, induz alterações na via respiratória aeróbia, causando um aumento na atividade da rota fermentativa ou anaeróbia, com a produção de ácido láctico e etanol (CRAWFORD, 1992; LOBO, JOLY, 1998), os quais são tóxicos e podem levar à morte das células e perda da viabilidade das sementes.

O alagamento elimina os espaços de ar do solo, limitando as trocas gasosas com a atmosfera, e em poucas horas as raízes e os microrganismos consomem o oxigênio presente na água, criando um ambiente hipóxico ou anóxico (LOBO, JOLY, 2000). As respostas das plantas ao alagamento podem incluir senescência foliar prematura, diminuição do volume de raízes e do crescimento da parte aérea, formação de raízes adventícias, aerênquima e lenticelas hipertróficas (ALMEIDA, VALLE, 2007). As plantas encontradas às margens das matas ciliares geralmente apresentam pelo menos uma dessas respostas ao alagamento. Muitas espécies estabelecidas nessas matas são generalistas por habitat, entre elas, a *Copaifera langsdorffii* e é razoável supor que as condições ambientais não são apropriadas para muitas espécies florestais mais especializadas (OLIVEIRA FILHO, RATTER, 2000).

As plantas do gênero *Copaifera* são popularmente conhecidas como copaibeiras ou pau-d'óleo (PIO CORRÊA, 1984) e possuem, em geral, altura de 10 a 40 m, folhagem densa constituída de folhas compostas pinadas, alternas, com folíolos coriáceos de 3 a 6 cm de comprimento (LORENZI, 2008). A dispersão das sementes é realizada por aves (MOTTA JUNIOR, LOMBARDI, 1990) ou hidrocoria (MARTINS et al., 2008). Estudos sobre a dinâmica de regeneração da *C. langsdorffii* indicam uma elevada mortalidade de plântulas e uma taxa negativa de recrutamento (RESENDE et al., 2003), sugerindo que esta espécie não forma banco de plântulas (BRUM et al., 2009). As copaibeiras são adaptadas a uma grande variedade de ambientes. Ocorrem em florestas de terra firme, terras alagadas, margens de lagos e igarapés da Bacia Amazônica e nas matas do Cerrado do Brasil Central (RIGAMONTE-AZEVEDO et al., 2004). Na Bahia, são encontradas na floresta ombrófila e semidecídua, em formações primárias, secundárias e matas ciliares (SAMBUICHI et al., 2009). Devido a sua plasticidade ecológica, mesmo apresentando crescimento lento, trata-se de espécie prioritária para reflorestamento em áreas degradadas de preservação permanente, principalmente na recomposição de mata ciliar (CARVALHO, 2003).

Apesar de as potencialidades da semeadura direta para a restauração florestal (CAMARGO et al., 2002; SANTOS JÚNIOR et al., 2004; FERREIRA et al., 2007) e das recomendações de uso de *C. lucens* para recuperação de matas ciliares degradadas, até o momento não existem informações disponíveis na literatura consultada sobre a viabilidade de sementes dessa espécie, quando submetidas à submersão em água. Assim, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de investigar os efeitos de diferentes períodos de submersão das

sementes em água na germinação e no vigor de plântulas de *Copaifera lucens* Dwyer e avaliar os efeitos do alagamento do solo nas trocas gasosas foliares, no crescimento e na partição de assimilados em plantas jovens *C. lucens*, visando analisar a possibilidade de uso dessa espécie em projetos de restauração de matas ripárias degradadas.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Matas Ciliares

Atualmente, existe uma enorme carência de estudos sobre espécies arbóreas nativas endêmicas de Mata Atlântica, que tenham como finalidade verificar se elas são tolerantes aos ambientes sujeitos ao alagamento, principalmente, devido à necessidade de restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP), destacando-se, dessa forma, as Matas Ciliares.

Na legislação brasileira, o termo floresta/mata ciliar, foi usado de forma extremamente genérico, referindo-se a qualquer formação florestal que ocorre na margem de cursos d'água. Os termos floresta ciliar, de galeria, de brejo, possuem uso popular consagrado, estando o uso incorreto destes termos também consagrado, inclusive na bibliografia científica e na legislação brasileira, principalmente, quando se considera que os remanescentes de vegetação ribeirinha são geralmente resultado de uma paisagem antrópica e não natural (RODRIGUES, 2000).

As florestas nativas, representadas por diferentes biomas, são importantes ecossistemas que são explorados de forma destrutiva. Esse processo de redução das florestas resultou num conjunto de problemas ambientais, como a extinção de espécies da fauna e flora, mudanças climáticas locais, erosão dos solos, eutrofização e assoreamento dos cursos d'água. As matas ciliares também não escaparam dessa destruição, sendo alvo de todo tipo de degradação. Deve-se considerar que muitas cidades foram formadas às margens dos rios, eliminando todo tipo de vegetação ciliar, e muitas sofrem hoje com constantes inundações, poluição, doenças e modificação da paisagem, efeitos negativos desses atos depredatórios (FERREIRA, DIAS, 2004).

O trabalho de implantação de matas ciliares não envolve simplesmente o plantio aleatório de espécies. Consiste antes de tudo na adoção de um conjunto de medidas, sendo uma das mais importantes decisões para garantir o sucesso da restauração, a escolha adequada das espécies que deverão ser usadas na recuperação (RODRIGUES, GANDOLFI, 2000). O uso de espécies nativas traz inúmeras vantagens, como: a contribuição para a conservação da biodiversidade regional, protegendo, ou expandindo as fontes naturais de diversidade genética da flora em questão e da fauna a ela associada, podendo também representar importantes

vantagens técnicas e econômicas devido à proximidade da fonte de propágulos, facilidade de aclimação e perpetuação das espécies (OLIVEIRA-FILHO, 1994).

Atualmente, existe uma tendência, um conjunto de ações para restauração de áreas degradadas, principalmente em áreas ciliares. Este aumento das iniciativas deve-se basicamente a dois fatores: conscientização da sociedade e exigência legal (KAGEYAMA, GANDARA, 2000).

## 2.2 Código Florestal

As áreas de matas ciliares estão inseridas no conceito de Áreas de Preservação Permanente (APP), uma vez que são consideradas reservas ecológicas que não podem sofrer qualquer alteração, devendo permanecer sua vegetação na condição original, definidas no Novo Código Florestal (Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965). Nesse sentido, os proprietários de terras com cursos d'água em seus domínios, devem conservar a mata ciliar ao longo dos rios, em volta das nascentes e nas represas, dependendo de sua largura e volume de água, com as medidas estabelecidas por determinação legal.

Conforme o segundo artigo da Lei Federal 4.771, 1965, consideram-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural que estão situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal (a considerar largura mínima será de 30m para os cursos d'água com menos de 10m de largura; de 50m para os cursos d'água que tenham de 10 a 50m de largura; de 100m para os cursos d'água que tenham de 50 a 200m de largura; de 200m para os cursos d'água que tenham de 200 a 600m de largura e de 500m para os cursos d'água que tenham mais de 600m de largura), ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais e as nascentes, mesmo os chamados olhos-d'água, seja qual for a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m de largura. Cabe aos Estados e Municípios agirem junto à União quanto à legislação ambiental (BRASIL, 1965). São dois os principais pontos, constantes nessa lei, de interesse do produtor rural: Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Apesar de as atualizações realizadas pelas inúmeras medidas provisórias no Código Florestal de 1965, a Comissão Especial do Código Florestal aprovou no dia 6 de junho de 2010 a proposta do deputado Aldo Rebelo para modificação do Código Florestal Brasileiro. A

proposta foi acatada pela comissão e está pronta para apreciação no plenário da Câmara e do Senado. Segundo relatório do deputado, entre as propostas estão: a) Programa de Regularização Ambiental (PRA), que poderá regularizar as atividades em área rural consolidada em APP, definindo formas de compensação; b) Áreas de Preservação Permanente (APPs), em que foi criada mais uma faixa para cursos d'água de menos de 05 metros de largura, cuja faixa mínima de proteção deverá ser de 15 metros (atualmente, são 30 metros). As acumulações de água (açudes, lagoas e represas) com área inferior a 01 hectare ficam dispensadas da faixa de proteção (hoje varia de 30 a 100 metros). Fica permitido o acesso de pessoas e animais para obtenção de água sem o excesso de restrições da norma atual. Regularização de APPs: os PRAs devem considerar o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), os Planos de Recursos Hídricos e estudos técnicos e científicos de órgãos oficiais de pesquisa, além de outras condicionantes relativas aos aspectos socioambientais e econômicos. Fundamentado nesses critérios, o PRA poderá regularizar até 100% das atividades consolidadas nas APPs, desde que não haja novos desmatamentos, devendo inclusive estabelecer medidas mitigadoras e formas de compensação (LARA, 2011; ROSENFELD, 2011).

Apesar dessas mudanças, ainda ocorre uma série de discussões entre ambientalistas e produtores rurais no tocante à alteração ou não do Código Florestal. Enquanto estes levantam a bandeira de produção de alimentos, aqueles afirmam que, sem preservação dos recursos naturais e proteção firme às florestas brasileiras, não há como garantir uma produção sustentável.

Nesse sentido, a alternativa de se computar a APP no índice de RL (seria a RL na APP) parece ser a melhor proposta, desde que se iniciaram as discussões sobre a atualização do Código Florestal. Além de incentivar a recuperação das APPs, que já seria um feito para o meio ambiente, regularizaria a situação das propriedades rurais quanto à legislação. Tal proposta, se implementada, beneficiaria os dois lados, o ambiental e o produtor rural (TOURINHO, PASSOS, 2006).

Por outro lado, segundo Metzger (2010), a fusão de APP e RL seria um erro em termos biológicos, simplesmente porque as APPs não protegem as mesmas espécies presentes nas RL, e vice-versa. Em termos de conservação da biodiversidade, essas áreas se complementam. E, em alguns casos, haveria necessidade de expansão dos valores mínimos,

de pelos menos 100 m (50 m de cada lado do rio), independentemente do bioma, do grupo taxonômico, do solo ou do tipo de topografia.

Uma possível alteração na definição da APP ripária, do nível mais alto do curso d'água, conforme determina o Código Florestal vigente, para a borda do leito menor, como é proposto no substitutivo, representaria grande perda de proteção para áreas sensíveis. Essa alteração proposta no bordo de referência, significaria perda de até 60% de proteção para essas áreas na Amazônia, por exemplo. Já a redução da faixa ripária de 30 para 15 m nos rios com até 5 m de largura, que compõem mais de 50% da rede de drenagem em extensão, resultaria numa redução de 31% na área protegida pelas APPs ripárias. Estudo recente constatou que as APPs ripárias representam, de acordo com o Código em vigor, somente 6,9% das áreas privadas (SBPC, ABC, 2011).

Faz-se necessária implementação de políticas públicas que promovam uma agricultura com áreas de uso múltiplo, que cumpram funções ambientais, sequestram carbono, protejam as águas e o solo e, ao mesmo tempo, produzam alimentos e outros bens de uso e finalidades econômicas. Essa proposta de agricultura aponta, sobretudo, novas possibilidades de viabilidade social e econômica da produção agropecuária de pequena escala (GÖRGEN, 2009). Mais uma alternativa favorável ao produtor rural é a implementação de um imposto ambiental, que toda a sociedade urbana pagaria para a manutenção do meio ambiente equilibrado. Assim, o produtor rural não arcaria com os problemas ambientais sozinho. (TOURINHO, PASSOS, 2006).

Historicamente, o incentivo à abertura de fronteiras agrícolas no país não significou necessariamente o estabelecimento de áreas agriculturáveis. Em decorrência de práticas agrícolas inadequadas ou inadequação dessas áreas para a agricultura, resulta no abandono ou subutilização de áreas agrícolas após alguns anos de cultivo (RODRIGUES, GANDOLFI, 2000). Como estratégia para reverter esse quadro, vêm sendo implantados inúmeros projetos de recuperação de áreas degradadas. A primeira e grande dificuldade dos projetos de reflorestamento com espécies nativas é a obtenção de mudas, tanto na quantidade e qualidade desejada, bem como na diversidade de espécies (SANTARELLI, 2000).

Torna-se indispensável o estudo de espécies arbóreas nativas, estabelecidas em matas ciliares generalistas por habitats, entre elas a *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae –

Caesalpinioideae) e é razoável supor que as condições ambientais não são apropriadas para muitas espécies florestais mais especializadas (OLIVEIRA FILHO, RATTER, 2000).

### 2.3 Descrição Botânica

Na região sul da Bahia, encontra-se a *Copaifera lucens*, espécie do mesmo gênero da *Copaifera langsdorffii*, que pertence à família Leguminosae, possuindo aproximadamente 727 gêneros e cerca de 19325 espécies (LEWIS et al., 2005). No Brasil, ocorrem aproximadamente 188 gêneros e cerca de 2100 espécies, distribuídas em quase todas as formações vegetacionais (LIMA, 1995). É dividida em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papionoideae, sendo que Caesalpinioideae compreende aproximadamente 171 gêneros e cerca de 2250 espécies (LEWIS et al., 2005). A subfamília Caesalpinioideae engloba as tribos: Cercidae, Detarieae, Cassieae, e Caesalpinieae (LEWIS et al., 2005). A tribo Detarieae possui uma combinação de caracteres que a distingue de todas as outras Caesalpinioideae, quando apresentadas em conjunto (COSTA, 2007).

Segundo Costa (2007), o gênero *Copaifera* possui uma história taxonômica confusa e um alto grau de sobreposição de caracteres, levando-se ao reconhecimento de dois complexos extra-amazônicos formados por espécies morfológicamente relacionadas: 1) complexo *Copaifera coriaceae* Mart., formado por 6 espécies e, 2) complexo *Copaifera landsdorffii* Desf., envolvendo os nomes *C. landsdorffii*, *C. landsdorffii* var *grandifolia*, *C. landsdorffii* var *krukovii*, *C. glabra*, *C. laxa*, *C. laevis*, *C. lucens*, *C. malmei*, *C. nítida*, *C. oblongifolia*, *C. sabulicola* e *C. sellowii*. As plantas do gênero *Copaifera* são popularmente chamadas de pau-óleo, pau-óleo-copaíba, copaíba, entre outros nomes. Essas árvores possuem crescimento lento, alcançam de 25 a 40 m de altura, podendo viver até 400 anos. O tronco é áspero, de coloração escura, medindo de 0,4 a 4 m de diâmetro. As folhas são alternadas, pecioladas e penuladas. Os frutos contêm uma semente ovóide envolvida por um arilo abundante e colorido. As flores são pequenas, apétalas, hermafroditas e arrançadas em panículos axilares (PIO CORRÊA, 1931; VEIGA JÚNIOR, PINTO, 2002). A casca é aromática e frutos secos, do tipo vagem monotéptica e deiscente (FREITAS, OLIVEIRA, 2002).

## 2.4 Tipos de germinação

O gênero *Copaifera* possui a germinação tipo epígea, com eixo entre os cotilédones. Os cotilédones são rosados e com a germinação eles se expandem e rompem a testa da semente, mas permanecem fechados. O hipocótilo avermelhado se alonga alguns centímetros e ergue os cotilédones, caracterizando uma fase de gancho. Nesta fase, a plântula exibe uma coloração avermelhada e bem característica. Os cotilédones se abrem parcialmente e a primeira folha, inicialmente avermelhada, inicia o processo de expansão. O hipocótilo se torna ereto e o epicótilo verde se alonga. No processo de expansão da primeira folha, e mesmo após a queda dos cotilédones, a plântula é caracterizada pelo contraste da coloração marrom-avermelhada do hipocótilo e da coloração verde do epicótilo (CAMARGO et al., 2008).

## 2.5 Reprodução e polinização

Um estudo realizado sobre o sistema de reprodução de *Copaifera langsdorffii* (OLIVEIRA et al., 2002) mostrou que a espécie apresenta predominância de alogamia. Essa espécie produz néctar e grande quantidade de pólen e são polinizadas por abelhas como *Trigona* sp. e *Apis mellifera* (RIGAMONTE-AZEVEDO et al., 2004), porém a taxa de conversão flor-fruto é baixa, devido à polinização ineficiente e à predação de frutos (FREITAS, OLIVEIRA, 2002). As sementes caem em baixo da planta-mãe e formam um grande número de plântulas, alguns meses após a frutificação. No entanto, segundo Resende et al. (2003), em estudos realizados sobre dinâmica de regeneração de *C. langsdorffii*, há uma alta mortalidade de plântulas e uma taxa negativa de recrutamento. Rigamonte-Azevedo et al. (2004) sugerem que a espécie não forma banco de sementes e nem de plântulas.

## 2.6 Dispersão de sementes

As sementes são muito apreciadas por animais como tatu, jabuti e cutia e sua dispersão é do tipo barocórica (atua a força da gravidade) (RIGAMONTE-AZEVEDO et al., 2004). Segundo Martins et al. (2008), a dispersão também é por hidrocoria, devido à ocorrência

frequente ao longo de cursos de água e pode ser também zoocórica. Assim, aves como o tucano (*Ramphastos toco*) e a gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*), engolem o arilo e regurgitam as sementes (MOTTA JÚNIOR, LOMBARDI, 1990).

Apenas as aves de grande porte dispersam as sementes a longas distâncias. As aves de pequeno porte regurgitam as sementes próximas à planta-mãe (MOTTA JÚNIOR, LOMBARDI, 1990), restringindo o fluxo gênico entre as populações e entre árvores distantes. Adicionalmente, há frutos que não são consumidos pela fauna e apenas caem ao solo, ficando sob a copa da planta-mãe. As formigas também desempenham um importante papel na dispersão secundária das sementes de *C. langsdorffii*, pois as carregam por centenas de metros dentro de cada fragmento (MARTINS et al., 2008).

O gênero *Copaifera*, além de importância ecológica, por sua relação com animais, devido à dispersão de sementes realizada principalmente por aves (de grande porte) e polinização por insetos, possui também importância econômica, tendo como principal produto o óleo-resina.

## 2.7 Óleo- resina de copaíba

A *Copaifera* vem da junção do nome tupi e do latim *fero*, uma alusão ao óleo que o tronco contém. Historicamente, a utilização deste óleo se deve a observação do comportamento de certos animais que, quando feridos, esfregavam-se nos troncos das copaibeiras (DWYER, 1954 apud BARBOSA, 2007). Os índios o utilizavam principalmente como cicatrizante e no umbigo de recém-nascidos para evitar o mal-dos-sete-dias. Ainda de acordo com Dwyer (1954 apud BARBOSA, 2007), os guerreiros quando voltavam de suas lutas untavam o corpo com o óleo da copaíba e se deitavam sobre esteiras suspensas e aquecidas para curar eventuais ferimentos. Desde então, o uso do óleo-resina de copaíba tem mostrado grande variedade para o tratamento de várias doenças.

O óleo de copaíba é obtido por perfurações no tronco da copaibeira. Essas perfurações são feitas com um trado na altura do peito no tronco até atingir o cerne da árvore e após a coleta, o furo é tampado com uma “rolha” de madeira (RIGAMONTE-AZEVEDO et al., 2004).

Considera-se, hoje, que a produtividade média varia de 0,3 a 3 litros por árvore em cada coleta (RIGAMONTE-AZEVEDO et al., 2004). De acordo com a FAO (2006), cerca de 90% da produção brasileira de óleo-resina de copaíba é proveniente do Estado do Amazonas. As espécies fornecedoras de óleo-resina mais comercializadas na Amazônia brasileira são: *C. reticulata* Ducke (80%), *C. guianensis* Desf (10%), *C. multijuga* Hayne (5%) e *C. officinalis* (3-5%).

Segundo Rigamonte-Azevedo et al. (2004), em estudo realizado no Acre, o óleo-resina bruto pode ser classificado quanto a sua coloração, turbidez e viscosidade. Quando exposto ao ar, o óleo-resina escurece e aumenta sua viscosidade e densidade. O ambiente de crescimento das árvores também afeta a turbidez do óleo-resina, pois foi verificado que as árvores que crescem em terra firme apresentam maior proporção de óleo-resina límpido do que as que crescem em ambiente de baixada.

## 2.8 Usos geral

Segundo Veiga Júnior (2004), num dos poucos trabalhos sobre a composição química de outras partes da copaibeira, utilizando folhas e galhos de *C. trapezifolia* e galhos de *C. langsdorffi*, há presença de cumarina nas folhas, composto esse, que havia sido relatado somente em sementes de outras espécies de *Copaifera*, mas nunca em seu óleo-resina. Também, neste mesmo trabalho, Veiga Júnior relatou a presença de diterpenos, nunca antes descritos nas folhas de uma árvore do gênero, o que, de acordo com o autor, confirma a hipótese de outros pesquisadores de que os sesquiterpenos e diterpenos, encontrados no óleo-resina de copaíba, estejam presentes em outras partes da planta, arrastados com outras substâncias mais voláteis.

Além da importância do seu óleo-resina para o tratamento de doenças, as espécies do gênero *Copaifera* apresentam características em sua madeira que são muito difundidas na construção civil (BARBOSA, 2007). A madeira tem a superfície lisa e lustrosa, textura média e uniforme, apresenta resistência mecânica média, é durável, de alta resistência ao ataque de fungos e microorganismos, e com resistência ao encharcamento de água (RIGAMONTE-AZEVEDO et al., 2004). É utilizada para a confecção de forros, móveis, cabos de ferramentas, compensados e produz um excelente carvão (LOUREIRO et al., 1979). Segundo



Revilla (2000), a indústria de cosméticos tem grande interesse pelo óleo-resina, por ser matéria prima para a fabricação de xampus, sabonetes, fixador para perfumes e outros produtos cosméticos como loção pós-barba. Na indústria de fitoterápicos, o óleo-resina de copaíba é utilizado para o tratamento de micoses dermatológicas, reumatismo, asma, úlceras estomacais e como cicatrizantes (REVILLA, 2000) e também é utilizado na indústria fotográfica para melhorar a distinção de detalhes em áreas de baixo contraste na revelação de filmes (NELSON, 1987; CLEMENT et al., 1999), na fabricação de papel e de vernizes (NELSON, 1987; CARVALHO, 1994; CLEMENT et al., 1999; REVILLA, 2000). O óleo-resina de copaíba também foi testado como combustível (ALENCAR, 1982). Neste experimento, o motor Mercedes Benz de 80 hp funcionou com uma proporção (1:9) de óleo-resina com óleo diesel.

## 2.9 Patentes

Os trabalhos realizados sobre o gênero *Copaifera* L. estão, em sua maioria, relacionados com o óleo que é exsudado do tronco destas árvores, o óleo de copaíba, facilmente encontrado na região tropical da América Latina (VEIGA JÚNIOR, PINTO, 2002). Barbosa (2007), encontrou 74 registros de patentes que geralmente estão relacionados às áreas de perfumaria e cosméticos. O óleo-resina de copaíba é mais utilizado nas patentes de cosméticos e suas frações utilizadas na perfumaria como fixadores. Em algumas patentes, não há informações da espécie de *Copaifera* utilizada e se limitam ao óleo-resina. A maioria das patentes está registrada nos Estado Unidos da América seguida pelo Japão. No Brasil, há quatro registros referentes à obtenção de extratos e compostos isolados para o tratamento de problemas urinários; gel com atividade antibacteriana para, controle de placa dental, e pomadas.

## 2.10 Distribuição Geográfica

O gênero *Copaifera* L. (Leguminosae – Caesalpinioideae) possui 38 espécies distribuídas nas Américas Central (quatro espécies) e do Sul (29 spp.), África (quatro espécies) e Ásia (uma espécie). Destas, 26 espécies ocorrem no Brasil e 22 são restritas deste

país. As espécies estão distribuídas no continente americano entre a Costa Rica/Antilhas ( $\pm 15^\circ\text{N}$ ) e o noroeste da Argentina/sul do Brasil ( $\pm 30^\circ\text{S}$ ), ocupando essa faixa de latitude também na porção oeste do Continente Africano e em Bornéio na Malásia (COSTA, 2007).

### 2.11 Caracterização de habitat

A copaíba é adaptada a uma grande variedade de ambientes, ocorrendo em florestas de terra firme, terras alagadas, margens de lagos e igarapés da Bacia Amazônica e nas matas do Cerrado do Brasil Central (RIGAMONTE-AZEVEDO et al., 2004). O complexo *Copaifera langsdorffii* Desf pode ser encontrado em vários ecossistemas como: Cerrado, Cerradão, Campo Rupestre, Caatinga, Florestas Estacionais, Florestas Úmidas, Floresta de Galeria e Floresta Ciliar (COSTA, 2007). Segundo Sambuichi et al. (2009), as copaibas são encontradas na Bahia na floresta ombrófila e semidecídua, em formações primárias e secundárias, mata ciliar e áreas de cabruca (sistema onde parte da mata nativa é conservada para servir de sombra ao cacau (*Theobroma cacao* L.), que é plantado no sub-bosque). Devido a sua plasticidade ecológica, mesmo apresentando crescimento lento, a *C. langsdorffii* é uma espécie prioritária para reflorestamento em áreas degradadas de preservação permanente, principalmente na recomposição de mata ciliar (CARVALHO, 2003).

Segundo Costa (2007), a *Copaifera lucens* ocorre exclusivamente na porção leste do Brasil, bioma Mata Atlântica, nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, em floresta ombrófila e restinga (COSTA, 2007; QUEIROZ, MARTINS-DASILVA, 2010). Essa espécie possui algumas preferências ecológicas tais como: altitude máxima de 300m e mínima de 50m; latitude máxima de  $22^\circ$  e mínima de  $13^\circ$ ; longitude máxima de  $42^\circ$  e mínima de  $39^\circ$ ; quanto à geologia: rochas cristalinas do pré-colombiano e sedimentares quaternárias; textura do solo pode ser argilosa ou arenosa e o clima litorâneo úmido, segundo Costa (2007), com base em populações naturais e dos espécimes de herbário.

### 2.12 *Copaifera lucens* DWYER

É uma espécie arbórea e sua altura pode variar de 12 a 30m. O pecíolo de 1 a 2,2cm de comprimento; de 3 a 7 pares de folíolos, pecíolos com 2 a 5mm de comprimento. Suas flores

subsésseis; sépalas com 3 a 4 x 1,5 a 3mm, face externa glabra. O fruto é tipo legume com 3 a 4 x 2,3 a 2,5cm, margens glabrescente a glabras. Semente oblonga, com 1,3 a 2,2 x 0,5 – 1,1cm; arilo purpúreo, cobrindo 2/3 da semente (Costa, 2007). Segundo dados de herbário da *C. lucens* no Brasil extra-amazônico, a floração acontece em janeiro, março e abril; a frutificação nos meses de abril, julho e outubro (Costa, 2007). Segundo Vinha e Lobão (1982), a época de frutificação compreende setembro e outubro, na região sul da Bahia.

Sendo *C. lucens*, pertencente ao mesmo gênero da *C. langsdorffii* e ao mesmo complexo (*Copaifera langsdorffii*), a *C. lucens* poderia também apresentar uma plasticidade ecológica, tolerando alagamentos tanto de sementes quanto de mudas e sendo indicada para restauração em áreas de Mata Ciliar. A *C. lucens* apresenta-se assim como uma espécie importante, por ser uma espécie nativa que pode ser usada em áreas restauradas de mata ciliar (APP) e também em áreas de reserva legal, uma vez que possui potencial para extração de Produto Florestal Não-Madeireiro (PFNM), o óleo-resina. Assim sendo ambientalmente correto e proporcionando fonte de renda para o produtor.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Experimento 1

##### 3.1.1 Coleta e beneficiamento de sementes

Frutos de *C. lucens* foram coletados caídos no solo de árvore localizada no Assentamento Terra Vista, no município de Arataca, BA, em agosto de 2010. Após a coleta, os frutos foram levados para o Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA. As sementes foram extraídas e beneficiadas manualmente, retirando-se aquelas danificadas mecanicamente ou por incidência de pragas e doenças, e impurezas. Em seguida, as sementes foram desinfestadas em álcool a 70% por 1 min, lavadas em água destilada uma vez, imersas em solução comercial de água sanitária por 10 min e novamente lavadas com água destilada uma vez e tratadas com fungicida nistatina por 1 min. Após a assepsia, as sementes foram mantidas por uma hora sobre papel toalha para remoção da água superficial. Após a secagem, foram tomadas medidas de comprimento, largura, espessura, peso de 1000 sementes e grau de umidade. As medidas biométricas (comprimento, largura e espessura) foram obtidas com auxílio de um paquímetro digital, utilizando-se 200 sementes. O peso de 1000 sementes foi determinado por oito repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009). Para a determinação do grau de umidade, foi utilizado o método da estufa a 105 °C por 24h, com quatro repetições de 10 sementes (BRASIL, 2009).

##### 3.1.2 Submersão das sementes em água

As sementes foram então submersas em água destilada por 0, 2, 4, 8, 16 e 32 dias. Para tal, foram utilizados seis béqueres de 1000 mL contendo 186 sementes e 400 mL de água destilada cada. Logo após, os béqueres foram então incubados em germinador, à temperatura de 25 °C, no escuro. Durante os períodos de incubação, o oxigênio dissolvido (OD) foi monitorado por meio de um analisador de qualidade da água multiparâmetros HI 9828 (Hanna Instruments, Woonsocket, USA) às 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 24 h após o início dos tratamentos.

### 3.1.3 Teste de germinação

Ao final de cada período de submersão, quatro repetições de 40 sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo semeadas em jardineiras plásticas com 19 x 45 x 14 cm, utilizando-se como substrato areia lavada e esterilizada, mantidas em condições de laboratório (temperatura média de 26,3 °C e 66% de umidade relativa do ar). Inicialmente, a areia foi umedecida com água em 60% da capacidade de campo e, sempre que necessário, durante a condução do experimento (Brasil, 2009). A cada dois dias, a partir do início de cada teste de germinação, foram contados os números de sementes germinadas. Ao longo de cada teste foi calculada a germinabilidade aos 15 (G15) e 40 dias (G40). Ao final de cada teste, aos 40 dias após a semeadura, foram calculadas as porcentagens de plântulas normais (PN) e sementes mortas (SM). A velocidade de germinação foi expressa pelo índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962) e o tempo médio de germinação (TMG) foi calculado conforme Edmond e Drapala (1958).

Para avaliar os efeitos de tempo de submersão das sementes no vigor das plântulas, aos 23 dias após o final dos testes de germinação foram coletadas três plântulas normais por repetição para medições da área foliar e determinações da biomassa seca total, massa foliar específica (MFE) e razão de áreas foliar (RAF). A área das folhas foi estimada por meio de um medidor de área foliar LI-3100 (Li-Cor, Lincoln, USA). A biomassa seca das plântulas foi obtida por meio de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 75 °C, até massa constante. A MFE e a RAF foram calculadas, respectivamente, pelos quocientes entre a biomassa seca e a área das folhas, e entre a área foliar e a biomassa seca total por plântula.

### 3.1.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos (períodos de submersão) e quatro repetições. Para os testes de germinação, cada unidade amostral foi composta de 40 sementes e para as análises do vigor das plântulas cada unidade amostral foi composta de três plântulas normais. Os resultados expressos em percentagem (PN, SM, G15 e G40) foram transformados em arcsen raiz ( $x/100$ ). Os

resultados obtidos foram analisados mediante análise de variância, seguida do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 3.2 Experimento 2

### 3.2.1 Repicagem e acondicionamento de mudas no viveiro

O segundo experimento realizado aos 62 dias após a semeadura, as plântulas foram repicadas para sacos plásticos de polietileno com 100 x 200 mm, contendo solo de mata, os quais foram transportados para viveiro. Aos 40 dias após a repicagem, foram selecionadas 30 plantas, as quais foram acondicionadas em canos de PVC com 100 mm de diâmetro e 260 mm de altura, com tampa na extremidade inferior e aproximadamente 20 mm de brita. Nas tampas dos tubos de PVC foram feitos dois furos, um de cada lado, para a drenagem da água de irrigação. Aos nove dias após a seleção das plantas e acondicionamento nos tubos de PVC, foi realizada a adubação fosfatada de base (700g de  $P_2O_5$  por  $m^3$  de substrato). O fósforo foi também aplicado junto com nitrogênio e potássio em cobertura (40g de nitrogênio e 40g de  $K_2O$  para cada 100 saquinhos) com um intervalo de 14 dias entre uma adubação e outra, sendo sempre realizadas ao final da tarde. Os fertilizantes usados foram fosfato monoamônico (MAP) com 50% de  $P_2O_5$  e 10% de N; nitrato de potássio com 44% de  $K_2O$  e 13% de N (SANTOS, 2008). No momento da implantação do experimento, em abril de 2011, as plantas tinham aproximadamente cinco meses de idade.

### 3.2.2 Alagamento de plantas jovens

O alagamento foi obtido tampando os dois furos laterais da extremidade inferior dos tubos de PVC e enchendo-se os mesmos com água até 20 mm acima do nível do solo, durante um período de 39 dias. As plantas controle foram irrigadas diariamente durante todo o período experimental.

No início do período de alagamento foram avaliados, em dez plantas, a massa seca de raízes (MSR), caules (MSC), folhas (MSF) e total (MST) e área foliar total (AF). No final do

alagamento, as mesmas variáveis foram avaliadas em quinze plantas por tratamento. Para obtenção da biomassa seca, as mudas foram separadas em partes (raiz, caule e folhas). O material vegetal foi colocado individualmente em sacos de papel, devidamente identificados e levados para secagem em estufa de ventilação forçada a 75° C até massa constante, por 72 h. A AF de cada planta foi obtida por meio de um medidor eletrônico de área foliar LI-3100 (Li-Cor, inc. Lincoln, Nebraska, USA). Tendo com base os dados de massa seca foram calculadas a razão de massa seca de raízes (RMR = MSR/MST), de caules (RMC = MSC/MST) e de folhas (RMF = MSF/MST). A partir dos dados de massa seca, foram calculadas as taxas de crescimento relativo de raízes (TCRr), caules (TCRc), folhas (TCRf) e total (TCRt), segundo Hunt (1990).

### 3.2.3 Avaliação dos efeitos do alagamento nas trocas gasosas foliares

Ao final do período de alagamento do solo, foram avaliadas a taxa fotossintética líquida (A) e a condutância estomática ao vapor de água (gs), utilizando-se um medidor portátil de fotossíntese modelo Li-6400 (Li-Cor, USA), equipado com uma fonte de luz artificial 6400-02B RedBlue, programada para fornecer 1200  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Durante as medições, a temperatura da folha foi mantida em  $30 \pm 1$  °C, a umidade relativa do ar em torno de  $60 \pm 0,4\%$  e a concentração ambiente de  $\text{CO}_2$  em torno de  $387 \pm 3$   $\mu\text{mol mol}^{-1}$ . As medições foram realizadas entre 8 e 10 h, utilizando-se o folíolo apical de uma folha madura e completamente expandida por planta, em quinze plantas por tratamento.

A presença de lenticelas nos caules das plantas alagadas foi avaliada aos 16 e 37 dias, após o início do alagamento do solo por meio de um índice variando de zero (0) a dois (2), onde: 0- sem lenticelas; 1 – poucas lenticelas visíveis; 2 – muitas lenticelas visíveis.

Foi adotado o delineamento experimental completamente ao acaso com dois níveis de água do solo (alagado e controle) e 15 repetições para biomassa e 10 repetições para as trocas gasosas foliares. As comparações de médias foram realizadas por meio do teste-t. Para o índice de lenticelas, apenas para as plantas alagadas, os resultados foram analisados mediante distribuição de frequências.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes utilizadas nesse experimento apresentaram pequenas variações no comprimento, largura e espessura ( $CV < 10\%$ ) (Tabela 1), além da tendência a ter um formato oval, apresentando maiores valores em comprimento do que em largura e espessura.

**Tabela 1 - Variáveis biométricas, peso de 1000 sementes (g) e grau de umidade (%) de sementes de *C. lucens*.**

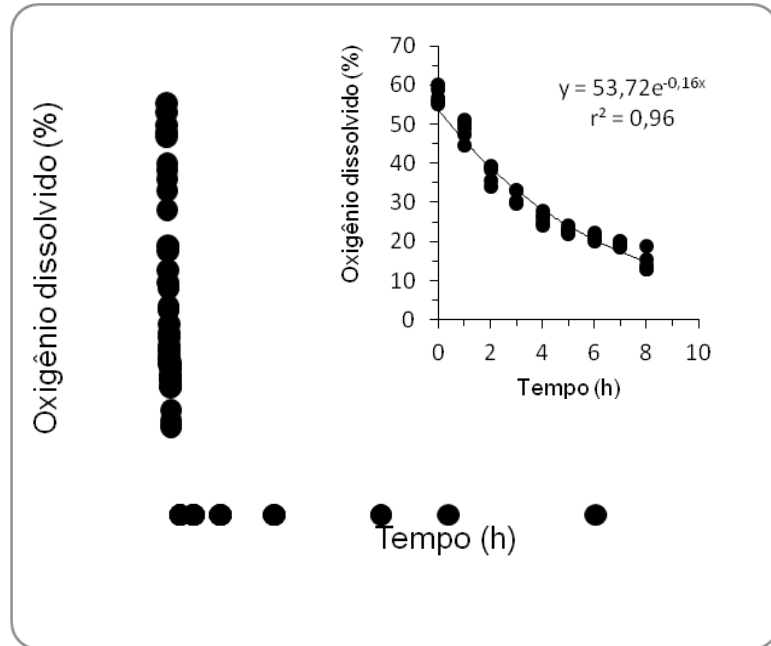
	Mínimo	Máximo	Média	CV (%)
Comprimento (mm)	13,3	30,3	19,3	8,73
Largura (mm)	10,1	14,8	12,3	7,34
Espessura (mm)	10,0	14,7	12,1	7,46
Peso de 1000 sementes (g)	2487	2707	2567	3,01
Umidade (%)	32	35	33	3,76

Os resultados indicam que 1000 sementes de *C. lucens* têm um peso aproximado de 2,5 kg e grau de umidade acima de 30%. Brum et al. (2009) verificaram nas sementes de *C. multijuga* grau de umidade de 27,6%, sendo esse valor próximo ao verificado no presente estudo. No entanto, o peso de 1000 sementes obtido no presente estudo foi mais de três vezes maior do que o valor encontrado por Guerra et al (2006), para *C. langsdorffii*. Essa diferença pode ter sido ocasionada pela biometria das sementes, pois, segundo Guerra et al. (2006) sementes de *C. langsdorffii* tiveram em média 13,23 mm de comprimento, 8,46 mm de largura e 8,81mm de espessura; sendo menores do que as sementes de *C. lucens* (Tabela 1). Por outro lado, Brum et al. (2009) verificaram que as sementes de *C. multijuga* apresentam em média 20 mm de comprimento, 13 mm de largura e 11 mm de espessura; sendo bastante próximos aos resultados encontrados no presente estudo para *C. lucens*. Esses resultados também indicam que existe uma grande variação na morfologia das sementes dentro do gênero *Copaifera*.

Houve uma diminuição drástica do oxigênio dissolvido (OD) logo nas primeiras horas após a submersão das sementes, caindo de aproximadamente de 70% para 20% nas primeiras



8 h de submersão (Figura 1). Em torno de 16 h após a submersão, o OD havia chegado a 0% e manteve-se assim em todas as avaliações até os 32 dias após o início do experimento. Assim, apenas as sementes do tratamento controle (sem submersão) encontravam-se num ambiente com os níveis adequados de oxigênio para o início do processo de germinação.



**Figura 1 - Teor de oxigênio dissolvido na água em função do tempo de submersão de sementes de *C. lucens*. Medições realizadas a cada hora até 8 horas e 1, 2, 4, 8, 16, 21 e 32 dias após a submersão das sementes.**

Embora apenas o controle estivesse em níveis adequados de oxigênio (10% de O<sub>2</sub>), a condição de anoxia não afetou a germinação das sementes até 4 dias de submersão, visto que não foram verificadas diferenças significativas para os tratamentos de 0, 2 e 4 dias (Tabela 2).

**Tabela 2 - Percentuais de sementes germinadas aos quinze (G15) e aos quarenta dias (G40) após o início dos testes, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação de sementes (TMG), plântulas normais (PN) e sementes mortas (SM) ao final do teste de germinação (40 dias) de *C. lucens* em função do tempo de submersão em água. Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão (n = 4).**

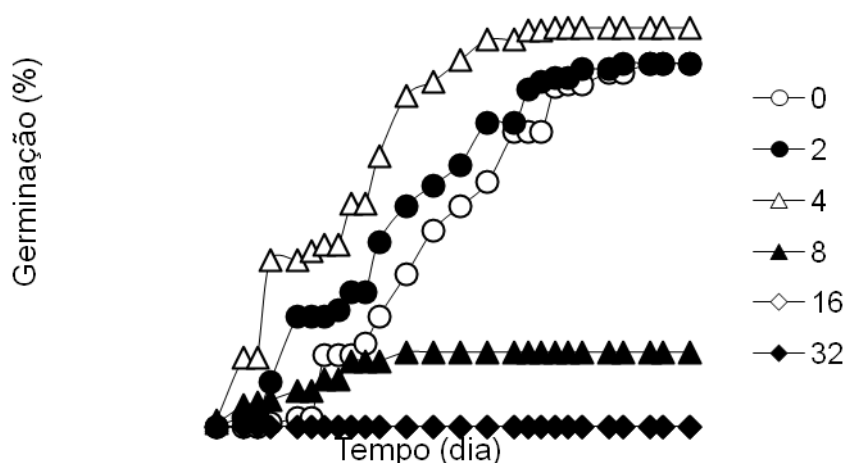
Tempo (dia)	G15 (%)	G40 (%)	IVG	TMG (dia)	PN (%)	SM (%)
0	15,0 $\pm$ 8,2 c	76,3 $\pm$ 8,3 a	1,8 $\pm$ 0,6 b	22,0 $\pm$ 1,3	70,0 $\pm$ 8,9 a	19,1 $\pm$ 7,2 b
2	28,1 $\pm$ 3,8 b	76,3 $\pm$ 12,6 a	1,9 $\pm$ 0,4 b	20,3 $\pm$ 1,8	67,5 $\pm$ 20,3 14,6 a	13,1 b
4	46,9 $\pm$ 8,5 a	83,8 $\pm$ 3,2 a	2,8 $\pm$ 0,1 a	25,4 $\pm$ 4,3	73,8 $\pm$ 5,2 a	12,3 $\pm$ 3,9 b
8	13,8 $\pm$ 8,5 c	15,6 $\pm$ 9,4 b	0,6 $\pm$ 0,3 c	24,9 $\pm$ 14,8	13,8 $\pm$ 7,2 b	82,1 $\pm$ 11,0 a
CV (%)	59,09	12,58	21,80	33,71	13,70	21,56
p (ANOVA)	*	**	**	ns	**	**

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; ns  $p \geq 0,05$ .

O início do processo de embebição de água pela semente ocorre devido à formação do gradiente de potencial hídrico entre a semente e o meio, seguido de um rápido aumento da atividade respiratória. Em sementes secas, a quantidade de trifosfato de adenosina (ATP) é extremamente baixa, mas aumenta rapidamente durante a embebição, seguindo a atividade respiratória aeróbica que é a principal fonte de ATP antes da emergência da radícula. Quando as sementes são postas em ambiente sem oxigênio, o ATP é rapidamente consumido, sem haver reposição devido à parada de oxidação terminal no mitocôndrio (CASTRO et al. 2004). Assim, o rápido declínio do oxigênio dissolvido, caracterizando situações de hipoxia ou anoxia, em torno de 8 e 16 h após a submersão das sementes, pode ter sido uma consequência da alta taxa respiratória das mesmas.

Para os tratamentos de submersão por 0, 2, 4 e 8 dias, a germinação teve início aos 9, 7, 4 e 8 dias respectivamente após a semeadura (Figura 2). Para os tratamentos de submersão por 16 e 32 dias nenhuma semente germinou.



**Figura 2 - Percentagem de germinação de sementes de *C. lucens* em função do tempo em dias (d) de submersão em água.**

Noletto et al. (2010) verificaram que a germinação das sementes de *C. langsdorffii* teve início aos seis dias após a semeadura, bastante próximo ao encontrado no presente estudo. Além disso, os percentuais de sementes germinadas aos 15 dias após a semeadura para os tratamentos de submersão por 0, 2, 4 e 8 dias foram, respectivamente, 15, 28, 47 e 14% (Tabela 2). Aos 40 dias após a semeadura, os percentuais de germinação para os tratamentos de submersão por 0, 2, 4 e 8 dias foram, respectivamente, 76, 76, 83 e 16%. Para o tratamento controle, os valores verificados no presente estudo foram inferiores aqueles encontrados por Noletto et al. (2010) para a *C. langsdorffii*, os quais verificaram percentuais de germinação de 83% aos 25 dias após a semeadura. A diferença verificada entre os valores de plântulas normais (PN) e a germinação aos 40 dias após o início dos testes de germinação foi ocasionada pelo fato de que nem todas as sementes que germinaram originaram plântulas normais.

O índice de velocidade de germinação (IVG) no tratamento de submersão por 4 dias foi significativamente ( $p < 0,01$ ) superior aos demais (Tabela 2), sendo que os tratamentos de submersão por 0 e 2 dias não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si, diferindo do tratamento de submersão por 8 dias. Para o tempo médio de germinação (TMG) não houve diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre tratamentos. Embora os valores médios de TMG não tenham diferido entre os períodos de submersão testados, observa-se que o tratamento controle iniciou a protrusão da radícula aos 9 dias, porém nos tratamentos 4 e 8 dias de submersão, o processo de germinação ocorreu mais precocemente aos 5 dias. No entanto, a submersão das sementes por 8 dias afetou significativamente ( $p < 0,05$ ) a germinação, reduzindo seus valores a partir dos 15 dias. A submersão das sementes por 8 dias levou ao aumento significativo ( $p < 0,01$ ) de sementes mortas ao final do teste (82%), reduzindo a velocidade de germinação (Tabela 2 e Figura 2).

Custódio et al. (2002) verificaram um decréscimo de aproximadamente 50% na germinação e no vigor das sementes de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) após 8 h de submersão em água. Além disso, observaram um aumento no número de sementes mortas e inibição do desenvolvimento da raiz com o aumento do tempo de submersão; sendo que após 48 h entre 80 e 90% das sementes haviam morrido e após 16 h de submersão o comprimento da raiz e do hipocótilo e a massa seca da parte aérea haviam apresentado decréscimos superiores a 90%. Por outro lado, Okamoto, Joly (2000) verificaram que sementes de *Inga sessilis* (Vell.) Mart. (Fabaceae), quando submetidas ao tratamento de anoxia por quatro dias, apresentaram uma queda de aproximadamente 30% na germinação. Nas sementes submetidas ao tratamento de anoxia por 10 dias praticamente não houve germinação. Considerando que *P. vulgaris* é intolerante ao alagamento e *I. sessilis* parcialmente tolerante, os resultados obtidos no presente estudo indicam que sementes de *C. lucens* podem tolerar períodos curtos de alagamento.

Aos 23 dias após o término dos testes de germinação (Tabela 3), quando as plântulas apresentavam dois protófilos completamente expandidos, não foram observadas diferenças significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre tratamentos para a biomassa seca total, área foliar (AF), massa foliar específica (MFE) e razão de área foliar (RAF).

**Tabela 3 - Biomassa seca total (BST), área foliar (AF), massa foliar específica (MFE), razão de área foliar (RAF) para plântulas de *C. lucens* originadas de sementes submersas em água por 0, 2, 4 e 8 dias. Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão (n = 4).**

Tempo (dia)	BST (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	MFE (g m <sup>-2</sup> )	RAF (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )
0	0,94 $\pm$ 0,05	51,5 $\pm$ 3,6	98,7 $\pm$ 4,1	55,0 $\pm$ 3,5
2	0,99 $\pm$ 0,08	48,9 $\pm$ 4,5	102,2 $\pm$ 9,5	50,0 $\pm$ 7,5
4	0,94 $\pm$ 0,18	48,8 $\pm$ 3,5	98,1 $\pm$ 8,2	52,9 $\pm$ 7,1
8	0,90 $\pm$ 0,14	49,3 $\pm$ 11,4	98,9 $\pm$ 4,8	54,1 $\pm$ 4,7
CV (%)	13,17	13,34	7,06	11,23
p (ANOVA)	ns	ns	ns	Ns

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; ns  $p \geq 0,05$ .

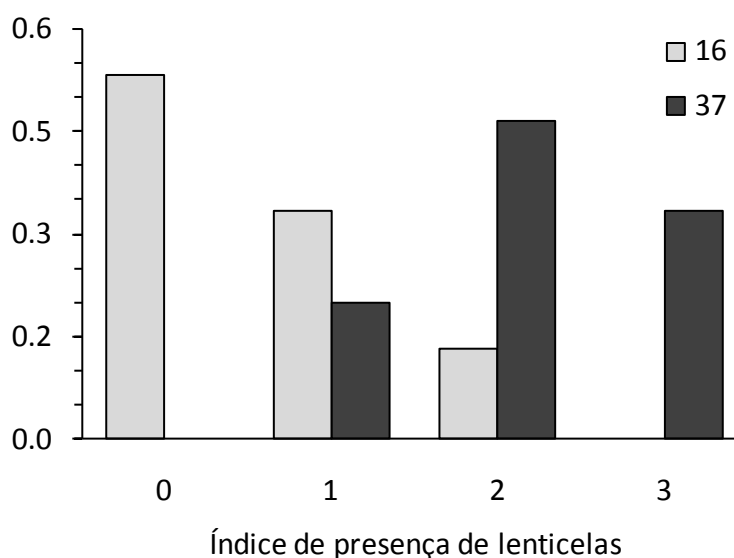
Esses resultados demonstram que, embora tenham ocorrido diferenças entre tratamentos para os testes de germinação, a submersão das sementes em água não afetou vigor das plântulas.

No segundo experimento as plantas submetidas às condições de alagamento do solo não apresentaram sintomas de estresse como clorose, epinastia, senescência e abscisão foliar, mas desenvolveram estruturas que pudessem facilitar a aeração das raízes, como lenticelas hipertrofiadas (Figura 3). Após 16 dias de alagamento, já tinham tornado-se visíveis algumas lenticelas.

Nas plantas, sob condições de alagamento, ocorreram o desenvolvimento de lenticelas a partir de 16 dias de alagamento e aos 37 dias de alagamento as lenticelas eram bem visíveis. O alagamento também estimulou a formação de lenticelas hipertrofiadas em *Lithraea molleoides* (Vell.), o que pode ter grande importância na tolerância à hipoxia (MEDRI et al., 2007). Também ocorreu aumento do número de lenticelas e, aparecimento de raízes adventícias nas plantas de *Cecropia pachystachya* submetidas à inundação por 30 dias (BATISTA et al, 2008). Segundo Davanso et al (2002) à medida que o período de alagamento (total 56 dias) aumentou as taxas fotossintéticas, percebeu-se que o crescimento de *Tabebuia avellanadae* diminuiu. Embora não muito tolerante, essa planta se adaptou a curtos períodos

de alagamento. Essa relativa tolerância, provavelmente, está relacionada à capacidade de *T. avellanadae* em desenvolver estruturas que diminuem o efeito do alagamento e promovem difusão interna de oxigênio da parte aérea para as raízes como fissuras no caule, raízes superficiais e hipertrofia de lenticelas.

Nas plantas de *Mauritia vinifera* Mart. inundadas, ocorreu o escurecimento de parte de algumas raízes adventícias fasciculadas, e o solo em contato com as mesmas mostrou-se escuro com partículas avermelhadas em alguns locais, sendo possível que estes sintomas indiquem uma oxidação do solo (CALBO et al, 1998). Além disso, copaíbas alagadas também apresentaram coloração mais escura do que as plantas controle e algumas mudas alagadas apresentaram forte odor.



**Figura 3 - Distribuição de frequência para o índice de presença de lenticelas (0- sem lenticelas; 1 – poucas lenticelas visíveis; 2– algumas lenticelas visíveis; 3– muitas lenticelas visíveis) para plantas jovens de *C. lucens* aos 16 e 37 dias após o início do alagamento do solo.**

Após 39 dias do início do alagamento do solo não foi possível verificar diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre o controle e o alagado com relação à taxa de crescimento

relativo de caule (TCRc), folhas (TCRf), total (TCRt), área foliar (AF), razão de massa de folhas (RMF) e razão de área foliar (RAF) (Tabela 4).

Segundo Shaffer et al. (1992), as diminuições de taxa de crescimento relativo de raízes (TCRr) e folhas (TCRf), devem-se aos efeitos primários do alagamento na diminuição do crescimento radicular e da parte aérea, devido à ausência de O<sub>2</sub> no solo. Para esta espécie de copaíba, apenas a taxa de crescimento relativo das raízes (TCRr) foi significativamente ( $p \leq 0,05$ ) diferente a controle e alagado, promovendo apenas a modificação no crescimento radicular. Este decréscimo na alocação de biomassa em raízes alagadas pode ser observado tanto em espécies arbóreas tolerantes como para as não-tolerantes (KOZLOWSKI, 1997; CHEN et al., 2002).

Quando o sistema radicular é submetido a um estresse hídrico, conseqüentemente, há uma redução na alocação de fotoassimilados para as folhas e caule que refletem em uma redução na fixação de carbono (FRITZ et al., 2004). Segundo Lobo, Joly (2000), para compensar a baixa produtividade energética há uma aceleração da fermentação com a quebra de um maior número de moléculas de glicose por unidade de tempo, levando a um aumento da atividade de várias enzimas, principalmente, da desidrogenase alcoólica (ADH), responsável pela última etapa da via fermentativa alcoólica. De acordo com os mesmos autores, essa estratégia é dependente do suprimento ilimitado de carboidratos, geralmente transportados da parte aérea para as raízes, que gera uma quantidade considerável de lactato e etanol, cujas concentrações podem atingir níveis intracelulares tóxicos. O etanol, como solvente orgânico, pode promover a desestruturação da membrana plasmática, solubilizando os componentes lipídicos (LOBO, JOLY, 2000).

**Tabela 4 - Taxa de crescimento relativo de raízes (TCRr), caules (TCRc), folhas (TCRf) e total (TCRt), área foliar (AF), razão de massa de raízes (RMR), caules (RMC) e folhas (RMF) e razão de área foliar (RAF) de plantas jovens de *C.lucens* submetidas ao alagamento do solo por 39 dias. Médias de 15 repetições  $\pm$  erro padrão.**

Variável	Controle	Alagado	% Controle
TCRr (mg g <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	15,18 $\pm$ 3,82	5,19 $\pm$ 3,71*	34
TCRc (mg g <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	19,28 $\pm$ 5,61	18,36 $\pm$ 5,86 <sup>ns</sup>	95
TCRf (mg g <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	11,45 $\pm$ 3,39	8,60 $\pm$ 3,39 <sup>ns</sup>	75
TCRt (mg g <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	13,96 $\pm$ 3,14	10,20 $\pm$ 2,92 <sup>ns</sup>	73
AF (cm <sup>2</sup> )	455,4 $\pm$ 40,9	414,6 $\pm$ 34,6 <sup>ns</sup>	91
RMR (g g <sup>-1</sup> )	0,25 $\pm$ 0,01	0,20 $\pm$ 0,01**	79
RMC (g g <sup>-1</sup> )	0,33 $\pm$ 0,01	0,37 $\pm$ 0,01*	111
RMF (g g <sup>-1</sup> )	0,42 $\pm$ 0,01	0,44 $\pm$ 0,01 <sup>ns</sup>	103
RAF (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	56,15 $\pm$ 2,50	59,99 $\pm$ 2,73 <sup>ns</sup>	107

Comparações de médias pelo teste-t (<sup>ns</sup>p > 0,05; \*p  $\leq$  0,05; \*\* p  $\leq$  0,01).

A razão de área foliar (RAF) representa a razão entre a área foliar e a biomassa seca total da planta (LUCCHESI, 1984) e, também, pode demonstrar os efeitos do alagamento sobre a economia de carbono na planta (BLANCH et al., 1999). A razão de massa de raízes (RMR) das plantas controle e alagadas, foram de 0,25 e 0,20 g g<sup>-1</sup>. A razão de massa de caule (RMC) apresentou um pequeno aumento após o alagamento, sendo que os valores das plantas controle e alagadas foram 0,33 e 0,37 g g<sup>-1</sup>. Em relação à taxa de crescimento relativo de raízes (TCRr) também houve diferenças significativas (p  $\leq$  0,05), sendo as plantas controle o valor de 15,18 mg g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> e nas plantas submetidas ao alagamento 5,19 mg g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Sendo assim possível verificar diferenças entre os tratamentos, caso das raízes, demonstrando que houve uma alocação da biomassa preferencialmente no sistema radicular. No entanto, essa diferença significativa nos valores de TCRr entre os tratamentos não ocasionou uma diferença na TCRt.



A taxa fotossintética líquida (A) das plantas sob inundação apresentou redução quando comparada à fotossíntese líquida de plantas controle. Tais resultados assemelham-se aos obtidos para a maioria das espécies já estudadas (BRADFORD, 1983; PEZESKI 1994). Na carnaúba (*Copernicia prunifera*), até o 28º dia de tratamento, a inundação reduziu a taxa fotossintética, independentemente da condutância estomática (ARRUDA, CALBO, 2004).

Após 39 dias sob os tratamentos não foi possível verificar diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre o controle e o alagado com relação à eficiência instantânea do uso da água (A/g<sub>s</sub>) (Tabela 5). Observaram-se diferenças significativas ( $p \leq 0,01$ ) em A e g<sub>s</sub> (Tabela 5) entre as plantas controle (A= 6,25  $\mu\text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e g<sub>s</sub>= (53,8  $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e as plantas alagadas (A= 1,34  $\mu\text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e g<sub>s</sub>= 8,6  $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

**Tabela 5 - Taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática ao vapor de água (g<sub>s</sub>), eficiência instantânea do uso da água (A/g<sub>s</sub>) de plantas jovens de *C.lucens* submetidas ao alagamento do solo por 39 dias. Médias de 15 repetições  $\pm$  erro padrão.**

Variável	Controle	Alagado	% Controle
A ( $\mu\text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	6,25 $\pm$ 0,70	1,34 $\pm$ 0,38**	16
g <sub>s</sub> ( $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	53,8 $\pm$ 8,1	8,6 $\pm$ 1,8**	21
A/g <sub>s</sub> ( $\mu\text{ mol mmol}^{-1}$ )	120,8 $\pm$ 8,1	129,6 $\pm$ 18,5 <sup>ns</sup>	107

Comparações de médias pelo teste-T (<sup>ns</sup>p > 0,05; \*p  $\leq$  0,05; \*\* p  $\leq$  0,01).

As plantas jovens de *C. lucens* apresentaram 100% de sobrevivência após 39 dias de alagamento.

## 5 CONCLUSÕES

Foram verificadas variações em relação ao tempo de submersão, o teor de oxigênio dissolvido em água diminuiu assim com a germinação das sementes de *C. lucens*, sendo que entre 4 e 8 dias de submersão observa-se uma queda nos percentuais de germinação. Por outro lado, apesar de ocorrer um decréscimo nos percentuais de plântulas normais entre os tratamentos de 4 e 8 dias de submersão das sementes em água, o vigor das plântulas não é afetado. A biomassa seca total (BST), área foliar (AF), massa foliar específica (MFE), razão de área foliar (RAF) para plântulas de *C. lucens* originadas de sementes submersas em água por 0, 2, 4 e 8 dias apresentaram valores que não diferem entre si. Pode-se concluir que as sementes de *C. lucens* são parcialmente tolerantes à submersão em água, fato que poderá explicar à ocorrência natural dessa espécie em ambientes de mata ciliar.

A *C. lucens* é uma espécie promissora para a restauração de matas ciliares, uma vez que apresenta alto índice de sobrevivência, principalmente, ao alagamento parcial. A sua plasticidade, devido ao desenvolvimento de lenticelas, pode ser uma característica importante para a maior tolerância a condições de alagamento. No entanto, os maiores valores médios obtidos para a taxa fotossintética líquida (A) e para a condutância estomática ao vapor de água (gs) foram nas plantas controle, concluindo-se que isso ocorreu provavelmente devido ao estresse por inundação.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J.C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. 2 – Produção de óleo-resina. **Acta Amazônica** v.12, n.1, p.75-89, 1982.
- ALMEIDA, A-A.F.; VALLE, R.R. Ecophysiology of the cacao tree. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Campinas, v. 19, p. 425-448, 2007.
- ARRUDA, G.M.T.; CALBO, M. E. P. Efeitos da inundação no crescimento, trocas gasosas e porosidade radicular da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore). **Acta Botanica Brasilica** v. 18, n. 2, p. 219-224, 2004.
- BAILEY-SERRES, J.; VOESENECK, L.A.C.J. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.313-339, 2008.
- BARBOSA, K. de S. **Óleo-resina de *Copaifera multijuga* Hayne (Leguminosae Caesalpinoideae): produção e análise química na reserva de desenvolvimento sustentável do Tupé, Manaus-AM.** 2007. 170f. Dissertação (Mestrado em biotecnologia e recursos naturais). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2007.
- BATISTA, C. U. N.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; MEDRI, C.; PIMENTA, J. A. Tolerância à inundação de *Cecropia pachystachya* Trec. (Cecropiaceae): aspectos ecofisiológicos e morfoanatômicos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 91-98, 2008.
- BEWLEY, D.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** Nova Iorque: Plenum, 1994. p.445.
- BLANCH, S.J.; GANF, G.G.; WALKER, K.F. Growth and resource allocation in response to flooding in the emergent sedge *Bolboschoenus medianus*. **Aquatatic Botany** v. 63, p. 145-160, 1999.
- BOTELHO, S. A.; FARIA, J. M. R.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. **Implantação de florestas de proteção.** UFLA/FAEPE, Lavras. 81p. (Textos acadêmicos). 2001.
- BRADFORD, K.J. Effects of soil flooding on leaf gas exchange of tomato plants. **Plant Physiol.** v. 73, p. 475-479, 1983.

BRASIL. **Código florestal**. Lei 4.771. **Presidência da República Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 1965.**

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. p.399. Disponível em:<[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf)>. Acesso em: 03 jun. 2011.

BRUM, H. D.; CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K. Copaíba-roxa, *Copaifera mutijuga* Hayne In: FERRAZ, I.D.K.; CAMARGO, J.L.C. (Eds.) **Manual de sementes da Amazônia**. Manaus: INPA, 2009. p.12. Disponível em: <[ftp://ftp.inpa.gov.br/pub/documentos/sementes/manuais/fasciculo9\\_copaifea\\_multijuga\\_Hayne.WEB.pdf](ftp://ftp.inpa.gov.br/pub/documentos/sementes/manuais/fasciculo9_copaifea_multijuga_Hayne.WEB.pdf)>. Acesso em: 3 jun. 2011.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. de; CALBO, A. G. Crescimento, condutância estomática, fotossíntese e porosidade do buriti sob inundação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.10(1), p. 51-58, 1998.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; MESQUITA, M. R., SANTOS; B. A.; BRUM, H. D. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia**, v. 1. 168p. 2008.

CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K.; IMAKAWA, A.M. Rehabilitation of degraded areas of Central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**, v.10, n.4, p.636-644, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p.1039.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras; recomendações silviculturais, potencialidades e uso de madeira**. Curitiba: EMBRAPA/CNPF: Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p.149-162.

CHEN, H.; QUALLS, R.G.; MILLER, G.C. Adaptive responses of *Lepidium latifolium* to soil flooding: biomass allocation, adventitious rooting, aerenchyma formation and ethylene production. **Environmental and Experimental Botany**. v. 48, p. 119-128, 2002.

CLEMENT, C. R.; CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. de T. B. **Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. 1 ed. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 1999,409 p.

COSTA, J. A. S. **Estudos taxonômicos, biossistemáticos e filogenéticos em *Copaifera L.* (Leguminosae – Detarieae) com ênfase nas espécies do Brasil extra-amazônico**. 2007. 266p. Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2007.

CRAWFORD, R.M.M. Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution. **Advances in Ecological Research**, v.23, p.93-185, 1992.

CUSTÓDIO, C.C.; MACHADO NETO, N.B.; ITO, H.M.; VIVAN, M.R. Efeito da submersão em água de sementes de feijão na germinação e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.49-54, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n2/v24n2a09.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2011.

DAVANSO, V.M.; SOUZA, L.A.; MEDRI, M.E.; PIMENTA, J.A.; BIANCHINI, E. Photosynthesis, growth and development of *Tabebuia avellaneda* Lor. Ex Griseb. (Bignoniaceae) in flooded soil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** v.45, p. 375-384, 2002

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.71, p.428-434, 1958.

FAO. **Tradicional Gum (Latex), Resin and Insecticide Products**. 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t2354s/t2354s07.htm>> . Acesso em: 10 de março 2011.

FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 617-623, 2004.

FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; BEARZOTI, E.; MOTTA, M.S. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, v.13, n.3, p.21-279, 2007. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/744/74413305.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2011.

FERREIRA, R.A.; SANTOS, P.L.; ARAGÃO, A.G.; SANTOS, T.I.S.; SANTOS NETO, E.M.; REZENDE, A.M.S. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Scientia Forestalis**, v.37, n.81, p.37-46, 2009. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr81/cap04.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2011.

FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 311-321. 2002.

FRITZ, K.M.; EVANS, M.A.; FEMINELLA, J.W. Factors affecting biomass allocation in the riverine macrophyte *Justicia Americana*. **Aquatic Botany** v. 78, p. 279-288, 2004.

Disponível em:

<[ftp://ftp.inpa.gov.br/pub/documentos/sementes/manuais/fasciculo9\\_copaifea\\_multijuga\\_Hayne.WEB.pdf](ftp://ftp.inpa.gov.br/pub/documentos/sementes/manuais/fasciculo9_copaifea_multijuga_Hayne.WEB.pdf)>. Acesso em: 6 jun. 2011.

GÖRGEN, S. A. **Mudanças no código florestal e propostas da via campesina**, 2009.

Disponível em: <[http://www.mst.org.br/revista/294/realidade\\_brasileira](http://www.mst.org.br/revista/294/realidade_brasileira)>. Acesso em: 1 jun. 2011.

GUERRA, M. E. DE C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Cerne**, v.12, n.4, p. 322-328,2006

Disponível em: <<http://132.248.9.1:8991/hevila/Cerne/2006/vol12/no4/3.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2011.

HUNT, R. Basic growth analysis. Unwin Hyman: Londres, 1990.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de Áreas Ciliares. In RODRIGUES, R. R.; FILHO, F. L. (eds.) **Matas ciliares conservação e recuperação**. Edusp, 2000, p. 249-269.

KOZLOWSKI, T.T. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology** v. 1, p. 1-29, 1997.

LARA, D. A questão “Código Florestariano”- O Projeto de Lei 1876/99. 2011. Disponível em: <

<http://www.unipacbetim.com.br/site/noticias/arq/1940377ecb3552903e4cad7e80c7c760.pdf>> Acesso em: 30 de junho 2011

LAVINSKY, A.O.; SANT`ANA, C.S.; MIELKE, M.S.; ALMEIDA, A-A.F.; GOMES, F.P.; FRANÇA, S.; SILVA, D.C. Effects of light availability and soil flooding on growth and photosynthetic characteristics of *Genipa americana* L. seedlings. **New Forests**, v.34, p.41-50, 2007.

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACHINDER, B.; LOCK, M. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew, 577p, 2005.

LIMA, H. C. de. Leguminosas da *flora fluminensis* - J.M. DA C. VELLOZO - Lista atualizada das espécies arbóreas. **Acta Botânica. Brasilica**. v. 9, n.1.p. 123-146. 1995

LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do Sudeste do Brasil. in: RODRIGUES, R. R.; FILHO, F. L. (eds.) **Matas ciliares conservação e recuperação**. Edusp, 2000, p. 143-157.

LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Tolerance to hypoxia and anoxia in neotropical tree species. **Oecologia Brasiliensis**, v.4, p.137-156, 1998. Disponível em: <[http://scholar.google.com.br/scholar?q=Tolerance+to+hypoxia+and+anoxia+in+neotropical+tree+species&hl=pt-BR&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholar](http://scholar.google.com.br/scholar?q=Tolerance+to+hypoxia+and+anoxia+in+neotropical+tree+species&hl=pt-BR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)>. Acesso em: 2 jun. 2011.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008, p.544.

LOUREIRO, A. A.; SILVA; M. F. da; ALENCAR; J. da C. **Essências madeireiras da Amazônia**. INPA/SUFRAMA. Manaus–Amazonas. v. 1. 1979, 245 p.

LUCHESE, A.A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 41, p. 181-202, 1984.

MAGUIRE, J. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176–177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005. p.495.

MARTINS, K.; SANTOS, J.D.; GAIOTTO, F.A.; MORENO, M.A.; KAGEYAMA, P.Y. Estrutura genética populacional de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae – Caesalpinioideae) em fragmentos florestais no Pontal do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.1, p.61-69, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v31n1/a07v31n1.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2011.

MEDRI, M. E.; FERREIRA, A. C.; KOLB, R. M.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; DAVANSO-FABRO, V. M.; MEDRI, C. Alterações morfoanatômicas em plantas de *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. submetidas ao alagamento. **Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 15-22, 2007.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**. v.8, n. 1, p.1-5, 2010

MIELKE, M.S.; ALMEIDA, A-A.F.; GOMES, F.P.; SILVA, D.C.; MANGABEIRA, P.A.O. Effects of soil flooding on leaf gas exchange and growth of two neotropical pioneer tree species. **New Forests**, v.29, p.161-168, 2005.

MOTTA JUNIOR, J.C.; LOMBARDI, J.A. Aves como agentes dispersores de copaíba (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpiniaceae) em São Carlos, estado de São Paulo. **Ararajuba**, v.1, p.105-106, 1990. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/labecoaves/PDFs/pdf23Copaifera%20x%20Aves.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2011.

NELSON, B. O Gênero *Copaifera*, fonte de óleo-resina. In: Prance, G. T. **Botânica econômica de algumas espécies amazônicas**. Relatório de alunos de Pós graduação em Botânica (INPA/FUA), Disciplina de Botânica Econômica, 143p.1987.

NOLETO, L. G.; PEREIRA, M. DE F. R.; AMARAL, L. I. V. DO. Alterações estruturais e fisiológicas em sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. - Leguminosae-Caesalpinioideae submetidas ao tratamento com hipoclorito de sódio. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 1 p.045-052, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n1/v32n1a05.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2011.

OKAMOTO, J. M.; JOLY, C. A. Ecophysiology and respiratory metabolism during the germination of *Inga sessilis* (Vell.) Mart. (Mimosaceae) seeds subjected to hypoxia and anoxia. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n.1, p.51-57, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v23n1/v23n1a06.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2011.

OLIVEIRA FILHO, A. T. DE; RATTER, J. A. Padrões florísticos das Matas Ciliares da região do Cerrado e a evolução de paisagens do Brasil Central durante o Quaternário tardio. In RODRIGUES, R. R.; FILHO, F. L. (eds.) **Matas ciliares conservação e recuperação**. Edusp, 2000, p.73-89.

OLIVEIRA, A. F.; CARVALHO, D. de C.; ROSADO, S. C. S. Taxa de cruzamento e sistema reprodutivo de uma população natural de *Copaifera langsdorffii* Desf. na região de Lavras (MG) por meio de isoenzimas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.3, p.331-338, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, Estudos ecológicos da vegetação com subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Revista Cerne**, v.1, n.1. p.64-72. 1994.



PEZESHKI, S.R. Responses of baldcypress (*Taxodium distichum*) seedlings to hypoxia: leaf protein content, ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase activity and photosynthesis. **Photosynthetica**. v. 30, p. 59-68, 1994.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa nacional, 1984, v.I, p.86-87; v. II, p.370-375.

PIO CORRÊA, M.; **Dicionário das plantas úteis do Brasil**; Ministério da Agricultura; Rio de Janeiro, 1931, p. 370.

QUEIROZ, L.P.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. 2010. *Copaifera* in **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB078656>>. Acesso em: 18 jun. 2011.

RESENDE, J.C.F.; KLINK, C.A.; SCHIAVINI, I. Spatial heterogeneity and its influence on *Copaifera langsdorffii* Desf. (Caesalpinaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, p.405-414, 2003. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/babt/v46n3/17617.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2011.

REVILLA, J. **Plantas da amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis**. 1 ed. Manaus: Programa de desenvolvimento empresarial e tecnológico, 405 p. 2000.

RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; WADT, P.G.S.; WADT, L.H.O. **Copaíba: ecologia e produção de óleo resina**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2004, p.28. Disponível em:<<http://www.cpaifac.embrapa.br/pdf/doc91.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de Florestas Ciliares. In RODRIGUES, R. R.; FILHO, F. L. (eds.) **Matas ciliares conservação e recuperação**. Edusp, 2000, p. 235-247.

RODRIGUES, R.R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In RODRIGUES, R. R.; FILHO, F. L. (eds.) **Matas ciliares conservação e recuperação**. Edusp, 2000, p. 91-99.

RODRIGUES, R.R., NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. In RODRIGUES, R. R.; FILHO, F. L. (eds.) **Matas ciliares conservação e recuperação**. Edusp, 2000, p. 45-71.

RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G.J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.) **Matas ciliares. conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000, p.101-107.

ROSENFELD, D. **Código florestal opinião: projeto de lei nº 1.876/99**. 2011. Disponível em: < <http://patysibin.blogspot.com/2010/06/codigo-florestal-opiniaio-projeto-de-lei.html> > Acesso em: 30 de junho 2011

SAMBUICHI, R. H.R.; MIELKE, M.S.; PEREIRA, C.E. **Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia**. Ilhéus: Editus, 2009. 296p.

SANTARELLI, E. G. Produção de mudas de espécies nativas para Florestas Ciliares. In RODRIGUES, R. R.; FILHO, F. L. (eds.) **Matas ciliares conservação e recuperação**. Edusp, 2000, p. 313-320.

SANTOS JÚNIOR, N.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. **Cerne**, v.10, n.1, p.103-117, 2004. Disponível em:<<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=74410109> >. Acesso em: 10 jun. 2011.

SANTOS, A. C. V. dos. **Produção de mudas florestais**. Niterói : Programa Rio Rural, Manual Técnico,n. 6, 20 f. 2008.

SBPC; ABC. **O código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)/ Academia Brasileira de Ciências (ABC) – São Paulo: SBPC, 124f. 2011

SCHAFFER, B., ANDERSEN, P.C., PLOETZ, R.C. Responses of fruit crops to flooding. *Hort. Reviews* 13:257–313. 1992.

TOURINHO, L. A. M.; PASSOS, E. O código florestal na pequena propriedade rural: um estudo de caso em três propriedades na microbacia do rio Miringuava. **Revista Ra´e Ga**, Curitiba, editora UFPR, n. 12, p. 221-233, 2006.

VEIGA JÚNIOR, V. F.; O gênero copaifera: estudos fitoquímicos de 8 espécies classificadas e 127 óleos de copaíba. 2004, 1053f. Tese (Doutorado em Química), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

VEIGA JÚNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O Gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v. 25, n.2, p. 273-286, 2002.

VINHA, S. G. da; LOBÃO, D. E. V. P. Frutificação e germinação das espécies arbóreas nativas do sudeste da Bahia. Divisão de Botânica, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPLAC)-Ilhéus, **Boletim técnico**, n. 94, 19p. 1982.