

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Caesalpinia ferrea* ex. Tul var.
Leiostachya Benth – Caesalpinaceae (PAU FERRO) SOB DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS E SOMBREAMENTO**

NÁDIA REGINA LENHARD

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2008**

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Caesalpinia ferrea* ex. Tul var.
Leiostachya Benth Caesalpinaceae (PAU FERRO) SOB DIFERENTES REGIMES
HÍDRICOS E SOMBREAMENTO**

NÁDIA REGINA LENHARD
Bióloga

Orientadora: Profa. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2008**

”Quando sitiare uma cidade por muito tempo, pelejando para a tomar, não destruirás o seu arvoredo, metendo nele machado, pois dele comerás; pelo que não o cortarás, pois será a árvore do campo algum homem, para que fosse sitiada por ti?”

Deuteronômio 20:19

Nos momentos de dificuldades, de cansaço e de ausência, a imagem, o sorriso, a compreensão e o amor fizeram-me continuar. Ao Leandro, meu esposo, amigo e companheiro de todas as horas,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que nos deu a vida e tão bela natureza.

À Universidade Federal da Grande Dourados UFGD, e à Faculdade de Ciências Agrárias pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida

A Prof^a Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon pela orientação, confiança, apoio, imensa colaboração e amizade nestes anos de estudo.

Ao Prof^o Dr. José Oscar Novelino pela ajuda com as análises de solo, e pelo carinho e incentivo.

Aos demais professores do programa de pós-graduação que sempre incentivaram e orientaram.

Às amigas Geovana, Kácila e principalmente a Verusca pela ajuda na execução deste trabalho.

Aos funcionários da UFGD, e especialmente aos do Laboratório de Bioquímica, pela ajuda no desenvolvimento desta pesquisa.

À minha família que sempre ofereceu o apoio necessário durante a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
3. CAPÍTULO I.....	18
3.1 RESUMO.....	19
3.3 ABSCTRACT.....	19
3.4 INTRODUÇÃO	20
3.5 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.6 RESULTADO E DISCUSSÃO	23
3.7 CONCLUSÃO	30
3.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
4. CAPÍTULO II	33
4.1 RESUMO	34
4.3 ABSTRACT	34
4.4 INTRODUÇÃO.....	35
4.5 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.7 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	39
4.8 CONCLUSÃO.....	45
4.9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

LISTA DE TABELAS

CAPITULO - I

Tabela 1 - Taxa assimilatória líquida (TAL), Taxa de crescimento relativo (TCR), Área foliar específica (AFE), Razão de peso foliar (RPF), Razão de área foliar (RAF) e Peso específico foliar (PEF), 70%, 50%, e 0% de sombreamento	21
--	----

CAPITULO - II

Tabela 2 - Médias do diâmetro do caule, teor relativo de água (TRA), teor de nitrogênio de mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> sob diferentes regimes hídricos.....	40
--	----

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I - Crescimento inicial de mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> ex. Tul var. <i>Leiostachya</i> Benth (pau ferro) sob diferentes níveis de sombreamento	18
Figuras 1 – Altura (a) e diâmetro (b) das mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função do tempo e níveis de sombreamento.....	24
Figura 2 – Tamanho da raiz (a) e massa seca de raiz (b) da muda de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função do tempo e níveis de luminosidade.....	25
Figura 3 - Massa seca da folha (a) e massa seca (b) da parte aérea da muda de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função do tempo e níveis de sombreamento.....	26
Figura 4 - Área foliar (a) e relação raiz parte aérea da muda de <i>Caesalpinia férrea</i> em função do tempo e níveis de sombreamento	27
Figura 5 – Teor de clorofila (a) e taxa de crescimento relativo da muda de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função do tempo e níveis de sombreamento	28
Capítulo II – Crescimento inicial de mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> ex. Tul var. <i>Leiostachya</i> Benth (pau ferro) sob diferentes regimes hídricos.....	31
Figuras 1 – Médias da temperatura máxima (a) e mínima (b) registradas no interior do viveiro durante o experimento	41
Figura 2 – Altura (a) e diâmetro (b) das mudas de <i>Caesalpinia férrea</i> em função de dias de tratamento e regimes hídricos	42
Figura 3 - Comprimento da raiz (a) e massa seca da raiz das mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função de dias de tratamento e regimes hídricos	43
Figura 4 – Área (a) e massa seca da foliar (b) de mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função de dias de tratamento e regimes hídricos	44
Figura 5 – Massa seca da parte aérea (a) e relação raiz parte aérea das mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função de dias de tratamento e regimes hídricos	45

Figura 6 - Razão de peso foliar (a) e razão de área foliar das mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função de dias de tratamento e regimes hídricos	47
Figura 7 - Teor médio de clorofila em mudas de <i>Caesalpinia ferrea</i> em função de dias de tratamento e regimes hídricos	47

CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Caesalpinia ferrea* ex. Tul var. *Leiostachya* Benth (PAU FERRO) SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS E SOMBREAMENTO

Autor: Nádia Regina Lenhard
Orientador: Silvana de Paula Quintão Scalon

RESUMO

Neste estudo avaliou-se o crescimento inicial de mudas de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* ex. Tul var. *Leiostachya* Benth) sob diferentes níveis de sombreamento e regimes hídricos. No primeiro experimento avaliou-se os seguintes níveis de sombreamento: 0, 50% e 70% de sombra. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 10 mudas por tratamento. Os resultados demonstraram que o teor de clorofila total ($38,79 \mu\text{g cm}^2$) foi maior em plantas cultivadas em 70% de sombreamento o mesmo ocorrendo para razão de área foliar ($51,54 \text{ g cm}^2$), razão de peso foliar ($0,2708 \text{ g g}^{-1}$) e taxa de crescimento relativo ($0,0322 \text{ g g}^{-1} \text{ dias}$). As maiores alturas (110,37 cm), diâmetro (9,3 mm), massa seca da raiz (11,13 g), da folha (5,59 g), da parte aérea (16,05g), e área foliar ($705,25 \text{ cm}^2$) foram apresentados para plantas cultivadas em 50% de sombreamento. O tamanho da raiz, peso específico foliar, taxa assimilatória líquida e área foliar específica não variaram nos diferentes níveis de luz a que as plantas foram submetidas ao longo do experimento com medias de (40,23 cm), ($0,0082 \text{ g cm}^2$), ($0,0006 \text{ g.dm}^2 \text{ dia}^{-1}$), ($186,24 \text{ g cm}^2$) respectivamente. No segundo experimento avaliou-se os seguintes regimes hídricos: alagamento, 70, 40 e 12,5% de capacidade de campo. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições de oito mudas por repetição. O diâmetro (6,5mm), teor relativo de água (52,45%), área foliar específica ($174,58 \text{ g cm}^2$), taxa de crescimento relativo ($0,0160 \text{ g g dias}^{-1}$), taxa assimilatória líquida ($0,0004 \text{ g dm}^2 \text{ dia}^{-1}$) e peso específico foliar ($0,0062 \text{ g cm}^2$) não diferiram entre os tratamentos. Plantas sob 70%CC apresentaram melhor crescimento para altura da planta (84,6cm), comprimento da raiz (28,9 cm), massa seca da raiz (6,24 g), área foliar ($376,0 \text{ cm}^2$), massa seca da foliar (1,9755 g), massa seca da parte aérea (8,27 g) e teor de clorofila ($31,67 \mu\text{g cm}^2$). A razão de peso específico ($0,2368 \text{ g g}^{-1}$) e teor de nitrogênio (0,37%) apresentaram valores mais elevados sob 12,5%CC. O alagamento teve efeito negativo sobre a razão de área foliar ($35,09 \text{ g g}^{-1}$) onde os

menores resultados foram encontrados. As plantas de pau ferro apresentaram melhor crescimento sob condições de 50% de luminosidade e 70% da capacidade de campo

Palavras chave: ecofisiologia, sombreamento, estresse.

INTRODUÇÃO GERAL

A eliminação dos complexos ecossistemas florestais pelas atividades agropecuárias tem levado a uma drástica redução das essências florestais nativas no Brasil. Entretanto nos últimos anos, tem-se intensificado o interesse na propagação dessas espécies, em razão da necessidade de recuperação de áreas degradadas. Na tentativa de atenuar estes problemas ambientais, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos e programas para a recomposição desses ambientes degradados (ALMEIDA et al., 2004).

A maior parte de projetos que visam à conservação e exploração de espécies nativas florestais dependem do sucesso na formação de mudas. Dessa forma, a renovação da vegetação, reconstituição de áreas degradadas, produção de madeira e obtenção de fitoterápicos estão baseados na coleta de sementes, produção e na formação de mudas das espécies (MELLO, 1998; ALMEIDA, 2001; CAMPOS e UCHIDA, 2002).

Os fatores ambientais como luz, temperatura, água e as condições edáficas não fundamentais para o desenvolvimento inicial das plantas (FERREIRA et al., 1977; ENGEL e POGGIANI, 1990; AGUIAR e BARBEDO 1996).

A quantidade de biomassa produzida por uma espécie depende da quantidade de energia radiante absorvida por sua folhagem, quando o crescimento desta não estiver limitado por deficiência hídrica ou mineral (BLACK e ONG, 2000). Cada espécie tem exigências próprias para o seu desenvolvimento e, a intensidade de luz que chega ao indivíduo é especialmente importante para o seu crescimento e desenvolvimento (POGGIANI et al., 1992).

O ambiente de luz em que a planta desenvolve é de fundamental importância, pois o ajuste das plantas a este ambiente depende da regulação do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível. As respostas destes ajustes serão refletidas no crescimento global da planta (ENGEL e POGGIANI, 1990).

Diferentes graus de luminosidade causam, em geral, mudanças morfológicas e fisiológicas na planta, sendo que o grau de adaptação é ditado por características genéticas da mesma em interação com seu meio ambiente e os efeitos dessas diferenças de intensidade de luz são mais significativos no crescimento da planta do que na sua

qualidade, principalmente no que se refere ao acúmulo de matéria seca, em condições naturais (SCALON et al., 2001).

Estudos a respeito do comportamento de espécies arbóreas nativas em relação à variação de luz e diferentes quantidades de luz constante têm sido realizados, entretanto, na natureza, uma mesma planta experimenta variações na quantidade de luz recebida, em função da abertura e/ou fechamento de clareiras e a resposta da planta ao novo ambiente pode ser afetada pelo ambiente prévio ao qual ela estava submetida (OBERBAUER e STRAIN 1985; KITAJIMA 1996).

O crescimento das plantas pode refletir a habilidade de adaptação das espécies às condições de radiação do ambiente em que estão se desenvolvendo. Geralmente as características de crescimento são utilizadas para inferir o grau de tolerância ou de intolerância das espécies à baixa disponibilidade de luz (NAVES et al., 1994).

Com relação ao fator água, é o constituinte mais abundante nos tecidos vegetais vivos, podendo chegar a 50% da matéria fresca de plantas lenhosas e cerca de 95% nas plantas herbáceas. Pelas suas propriedades fisicoquímicas, a água desempenha diversas funções nos tecidos vegetais. Dentre elas, a sua conhecida atuação como solvente, constituindo, dessa forma, o meio para o movimento das moléculas no simplasto e apoplasto. Além disso, influencia a estrutura molecular e as propriedades de proteínas, membranas, ácidos nucleicos e outros constituintes celulares. Nas reações químicas, a água pode atuar como reagente, favorecendo o metabolismo celular. Por meio da solução aquosa, os minerais são transportados até a superfície radicular. Devido ao seu alto calor específico, a água intracelular atua como tampão térmico, permitindo que seu metabolismo não sofra grandes variações (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os processos de absorção, transporte e perda de água, bem como as estratégias de sobrevivência das plantas submetidas a ambientes com falta ou com excesso de água no solo vêm sendo estudados (MEDRI, 2002)

O nível de água no solo prontamente disponível às plantas constitui-se no mais eficiente dos fertilizantes (ARAÚJO, 1998). O consumo hídrico das culturas é parâmetro de fundamental importância por condicionar as atividades fisiológicas e metabólicas das plantas (AZEVEDO et al., 1993). As relações da planta, clima, água e solo são complexas, envolvendo muitos processos biológicos, fisiológicos, físicos e químicos. Neste contexto, a água desempenha papel essencial na contribuição, manutenção e preservação das condições vitais da planta (LACERDA, 1997).

O estresse é um conjunto de reações de um organismo a agressões de ordem física, fisiológica ou de outra natureza, capaz de interferir em seu estado normal de equilíbrio. O fator responsável pela alteração do estado de equilíbrio de um organismo é designado como agente estressante. Mesmo se uma condição de estresse apresentar caráter temporário, a vitalidade da planta pode se tornar cada vez menor conforme a duração do estresse (LARCHER, 2000; TAIZ e ZEIGER, 2004).

A capacidade de uma planta recuperar-se de estresses de água temporários e/ou prolongados, e também a identificação da taxa desta recuperação, são de grande importância para a produção vegetal, pois estão ligadas à eficiência do uso da água pelas plantas e, conseqüentemente, à produtividade agrícola (MARUR et al., 2000).

Plantas de mesma espécie que estão sob déficit hídrico, diferente das que se encontram em ambientes com disponibilidade hídrica adequada, apresentam folhas com a cutícula mais espessa (LARCHER, 2000), facilitado pelo aumento na síntese de lipídios (TAIZ e ZEIGER, 2004). A imposição do estresse reduz a alocação de biomassa das folhas e dos caules e aumenta a das raízes, haja vista que sob condições de baixa disponibilidade de água no solo, as plantas investem mais biomassa no sistema radicular, conseguindo assim, aumentar a capacidade de absorção de nutrientes (CORREIA e NOGUEIRA, 2004).

Além do déficit hídrico a saturação do solo também afeta o desenvolvimento das plantas, pois diminui o crescimento das raízes e da parte aérea, seja pela inibição do alongamento ou pela iniciação da expansão foliar dos entrenós. Ambas as condições de estresse podem causar também a senescência das folhas (KOZLOWSKI 1984).

A saturação hídrica elimina os espaços de ar do solo limitando as trocas gasosas com a atmosfera, e em poucas horas as raízes e os microorganismos consomem o oxigênio presente na água, criando um ambiente hipóxico ou anóxico. Este rápido decréscimo na quantidade de O₂ disponível no solo afeta não somente o processo respiratório de raízes e microorganismos, como também as características físico-química podendo levar ao acúmulo de substâncias tóxicas (LARCHER, 2000).

A espécie selecionada para este estudo, *Caesalpinia férrea* Mart. ex. Tul. Var. *Leiostachya* Benth, popularmente conhecida como pau-ferro, é uma espécie secundária inicial que apresenta boa regeneração na floresta. Possui grande potencial medicinal e ornamental, e sua madeira é utilizada na construção civil e na carpintaria (LORENZI, 2000). Muito utilizada para arborização de parques e praças. Suas cascas, sementes, frutos e raízes são usados na medicina popular para emagrecer, como depurativo, no

combate a anemia, afecções pulmonares e diabetes (BRAGA, 1976). É uma árvore de 10 -20m de altura, tronco liso, escuro com manchas brancas irregulares. Floresce de novembro até fevereiro. Seus frutos são vagens de coloração preto-avermelhado, carnosos e indeiscentes. As sementes apresentam dormência de tegumento, sendo necessários tratamentos pré-germinativos como a imersão durante 15 min. em ácido sulfúrico concentrado, alcançando-se uma germinação de 90% (SOUZA et al., 1997). Entretanto, não foram encontrados na literatura consultada, informações sobre as necessidades hídricas dessa espécie.

Visando fornecer subsídios para produção de mudas e auxiliar na implementação a programas de revegetação com utilização de plantas nativas, este estudo objetivou avaliar o crescimento inicial de mudas de *Caesalpinia ferrea* ex. Tul Var. *Leiostachya* Benth sob diferentes regimes hídricos e em diferentes níveis de sombreamento em condição de viveiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, F.F.A.; BARBEDO, C.J. Efeito de fatores ambientais no crescimento de mudas de Pau-brasil (*Caesalpinia achinata* Lam.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. Duas, n.1, p.26-32, 1996.
- ALMEIDA, L. P. **Germinação, crescimento inicial e anatomia foliar de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. Sob diferentes níveis de radiação.** Lavras:UFLA, 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, 2001.
- ALMEIDA L. P.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Universidade Federal de Santa Maria v.34, n.1, 2004.
- AZEVEDO, P. V. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.7, p. 863-870, 1993.
- BLACK, C.; ONG, C. Utilization of light and water in tropical agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.104, p. 25-47, 2000.
- BRAGA, R. 1976. **Plantas Medicinais do Nordeste, Especialmente do Ceará.** 3ª ed. ESAM, Mossoró.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p.287-294, 2004.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, v.43, n.44, p.1-10, 1990.
- FERREIRA, M.G.M.; CANDIDO, J.F.; CANO, M.A.O. et al. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 1, n. 2, p.121-134, 1977.
- KITAJAIMA, K. Ecophysiology of tropical seedlings. In. *Tropical Forest Plant Ecophysiology*, (S. S. Mulkey, R. L. Chazdon and A. P. Smith, eds.) Chapman & Hall, New York, p.p. 559-596, 1996.
- KOZLOWSKI, T.T. **Responses of woody plants to flooding.** In: *flooding and plant growth* (T.T. Kozlowski, Ed.) Academic Press, London, p.129-163. 1984.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima 2000. 531 p.

LORENZI, LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2000. 352p.

MARUR, J. curvas Pressão-Volume e Expansão Foliar em Cultivares de Algodoeiro Submetidos a Déficit Hídrico. **Revista Scientia Agrícola. Piracicapa**, v.56, n.3, 1999.

MEDRI, M. E. **Estudos sobre a tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi**, 1ª ed. Londrina, PR 133-172, 2002.

NAVES, V.L.; ALVARENGA, A.A. de; OLIVEIRA, L.E.M. de. Comportamento estomático de mudas de três espécies florestais submetidas a diferentes níveis de radiação fotossinteticamente ativa. **Ciência e Prática**, Lavras, v.18, n.4, p.408-414, out./dez. 1994.

OBERBAUER, S.F. & STRAIN, B.R. 1985. Effects of light regime on the growth and physiology of *Pentaclethra macroloba* (Mimosaceae) in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology** 1:303-320.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E.S.Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento de mudas de três espécies florestais. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v.4, n.2, p.564-569, 1992.

SCALON, S. de P. Q.; FILHO, H. S.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.23, n.3, p.652-655, dezembro 2001.

SOUZA, P.B.L.; SANTANA, J.R.F. de; CREPALDI, I.C. Influência do fotoperíodo na germinação de pau ferro. In: Congresso Nacional de Botânica, 48, 1997, Crato.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

CAPITULO I

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PAU FERRO (*Caesalpinia ferrea*
Mart. ex. Tul. var. *Leiostachya* Benth) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE
SOMBREAMENTO**

CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PAU FERRO (*Caesalpinia ferrea*
Mart. ex. Tul. var. *Leiostachya* Benth) **SOB DIFERENTES NÍVEIS DE**
SOMBREAMENTO

Nádia Regina Lenhard¹; Silvana de Paula Quintão Scalon²;

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento inicial de mudas de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. Var. *Leiostachya* Benth (Caesalpinaceae) 0, 50 e 70% de sombreamento. As mudas foram submetidas a esses tratamentos aos 60 dias após o transplante (DAT). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5 (três níveis de sombreamento e cinco épocas de avaliação: 60, 90, 120, 150 e 180 DAT) com quatro repetições de 10 mudas por unidade experimental. Plantas cultivadas sob 70% de sombreamento apresentaram maiores teores de clorofila total ($38,79 \mu\text{g cm}^{-2}$), maior razão de área foliar ($51,54 \text{g cm}^{-2}$), taxa de crescimento relativo ($0,0322 \text{g g}^{-1} \text{dias}$) e razão de peso foliar ($0,2708 \text{g g}^{-1}$). As maiores alturas (110,34 cm), diâmetro (9,3 mm), massas secas da raiz (11,13 g), da folha (5,59 g), da parte aérea (16,05 g) e área foliar ($705,25 \text{cm}^2$) foram observadas nas plantas cultivadas em 50% de sombreamento. Não foram observadas diferenças quanto a crescimento da raiz, peso específico foliar, taxa assimilatória líquida e área foliar específica em relação aos diferentes níveis de sombreamento testados (médias de 9,3cm; $0,0082 \text{g cm}^{-2}$, $0,0006 \text{g cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ e $186,24 \text{g cm}^{-2}$, respectivamente). As mudas de pau-ferro apresentaram melhor desempenho de crescimento quando cultivadas sob 50% de sombreamento.

Palavras chave: espécie nativa, crescimento inicial, sombreamento.

ABSTRACT

The objective of this work was analyze the growth of seedlings (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. Var. *Leiostachya* Benth (Leguminosae) under 0%, 50% e 70% of shadow. The seedlings were submitted to the treatments on the 60 days after the transplant. The experimental outline was entirely randomized in factorial outline 3x5 (shadows levels and evaluation times in 60, 90, 120, 150 and 180 after transplant) with four repetitions of 10 seedlings for experimental unit. Plants cultivated under 70% of shadow presented larger concentration of total chlorophyll ($38,79 \text{g cm}^{-2}$) larger foliate area ($51,54 \text{g cm}^{-2}$),

larger rate of relative growth ($0,0322\text{g g}^{-1}\text{dias}$) and foliate weight ($0,2708\text{g g}^{-1}$). The largest height (110,34 cm), diameter (9,3 mm), dry masses of the root (11,13g), of the leaf (5,59g), of the aerial part (16,05g) and foliate area ($705,25\text{cm}^2$) were observed in the cultivated plants in 50% of shadow. The growth of the root, specific foliate weight, liquid assimilatória rates and specific foliate area didn't vary in function of the different levels of brightness (averages of $9,3\text{cm}; 0,0082\text{g cm}^2$ and $0,0006\text{g cm}^2\text{ day}^{-1}$; $186,24\text{g cm}^2$ respectively). The seedlings of Leopard tree presented better growth when cultivated under 50% of shading.

Keys words: native specie, initial growth, shading.

INTRODUÇÃO

A exploração florestal no Brasil continua apresentando um caráter extrativista e predatório, gerando a degradação de áreas em quase todo o território nacional (FERREIRA et al., 2000). A eliminação de complexos biomas pelas atividades agropecuárias, tem levado a uma drástica redução da base genética de nossas essências nativas. Entretanto, nos últimos anos têm-se intensificado o interesse na propagação dessas espécies, em razão da necessidade da recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Para atenuar estes problemas ambientais, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos de base fisiológica, sobretudo, no que diz respeito a germinação de sementes, crescimento inicial de plantas e produção de mudas no sentido de oferecer suporte a programas de recomposição desses ambientes degradados (ALMEIDA et al., 2004).

Apesar dos valores individuais do meio ambiente não serem forças isoladas que atuam sobre as plantas, a radiação é fundamental como fonte essencial e direta de energia para o desenvolvimento de todos os vegetais verdes. Além da radiação, a temperatura, a água e as condições edáficas também são fatores importantes no desenvolvimento inicial das plantas (FERREIRA et al., 1977; AGUIAR e BARBEDO 1996; LIMA JÚNIOR et al., 2005; ALMEIDA et al., 2004).

A distribuição local das espécies em uma comunidade florestal está fortemente influenciada pelas diferenças na disponibilidade de luz, que condiciona direta ou indiretamente grande parte dos processos de crescimento das plantas. A quantidade de biomassa produzida por uma espécie depende da quantidade de energia radiante

absorvida por sua folhagem, quando o crescimento desta não estiver limitado por deficiência hídrica ou mineral (BLACK e ONG, 2000).

A adaptação das plantas a diferentes ambientes luminosos no contexto das mudanças morfológicas e fisiológicas, depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a disponibilidade de luz seja utilizada de maneira mais eficiente possível. O grau dessa adaptação é ditado por características genéticas das mesmas em interação com seu meio ambiente sendo os efeitos dessas diferenças de intensidade de luz mais significativos no crescimento da planta (ENGEL e POGGIANI, 1991; SCALON et al., 2001).

Caesalpinia ferrea Mart. ex. Tul. var. *Leiostachya* Benth, popularmente conhecida como pau-ferro, é uma espécie ecologicamente classificada como secundária inicial que apresenta boa regeneração na floresta. É uma árvore de 10 -20m de altura, troncos lisos e escuros, com manchas brancas irregulares, muito utilizada para arborização de parques e praças. Seus frutos são vagens de coloração preto-avermelhado, carnosos e indeiscentes (LORENZI, 2000). Sua casca, sementes, frutos e raízes são usados na medicina popular para emagrecer, como depurativo, no combate a anemia, afecções pulmonares e diabetes (BRAGA, 1976). As sementes apresentam dormência (importante caracterizar o tipo-dureza e impermeabilidade de tegumento), sendo necessários tratamentos de escarificação para obter-se uma germinação ao redor de 90% (SOUZA et al., 1997). Entretanto, a literatura é carente no que diz respeito a informações sobre as respostas da espécie a diferentes condições de radiação.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar o crescimento inicial das mudas de Pau ferro sob diferentes níveis de sombreamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de dezembro de 2006 a junho de 2007, sob condições de viveiro no campus da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), município de Dourados,MS., localizado nas coordenadas 22^o13'16" S, 54^o17'01" W e altitude de 430m. O clima dessa localidade é classificado como cwa (Mato Grosso do Sul, 1990), sendo a precipitação e a temperatura média anual de 1500 mm e de 22°C, respectivamente.

Para o presente estudo, os frutos foram coletados em matrizes localizadas na cidade de Dourados (MS) e beneficiados manualmente no Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFGD e, posteriormente condicionadas em embalagens de papel Kraft em ambiente de laboratório por 90 dias. Na pré-semeadura, as sementes foram escarificadas com ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos para quebra de dormência tegumentar, seguida de lavagem em água corrente durante 10 minutos.

A semeadura foi realizada em berço de células de polietileno contendo substrato comercial (Plantmax R). As bandejas foram dispostas em bancadas sob condições de viveiro, com 50% de sombreamento e as mudas irrigadas diariamente até atingirem altura de 10 cm, quando então, foram transplantadas para embalagens de polietileno com capacidade para 3kg contendo substrato constituído por 96,5% solo de cerrado (Latosolo vermelho distroférico) + 3,2% cama-de-aviário + 0,3% de adubo químico Yoorim), As doses de N, P₂O₅, K₂O e S utilizadas é uma modificação com ampliação das doses de N, P, K e S recomendadas por Barros et al (1999) para a elaboração de substrato a ser utilizado na produção de mudas de eucalipto, após análise do solo. O yoorim apresenta em sua composição 17,5% de P₂O₅ total; 16% de P₂O₅ ácido cítrico a 2% (1:100), 20% Ca; 7% Mg; 0,1% B; 0,55% Zn; 0,12% Mn; 0,05 Cu; 0,006% Mo; 28% CaO; 14,5% MgO. Após o transplante, as mudas foram mantidas no viveiro por 30 dias para aclimação e, em seguida, transferidas para os tratamentos com 70%, 50% e 0% de sombreamento (pleno sol). Os tratamentos sombreados foram obtidos por meio de telas de poliolefinas de cor preta.

A intervalos de 30 dias, contados do início dos tratamentos, iniciaram-se as avaliações, quando as mudas encontravam-se com 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o transplante (DAT).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 (níveis de sombreamento x épocas de avaliação) com 4 repetições de 10 mudas. Aos 60 DAT, foram avaliadas as características altura do caule (cm), utilizando régua graduada; diâmetro de colo (mm) com paquímetro digital e teor de clorofila total ($\mu\text{g cm}^2$) através do aparelho clorofilômetro SPAD 503; massas seca de raízes, de folhas e parte aérea (MSR, MSF, MSPA) (g); relação raiz /parte aérea (R/PA) ; área foliar (AF) (cm^2), medida por meio de um integrador de área foliar Li cor 3000), razão de peso foliar (RPF) (g.g^{-1}); e peso específico de folha (PEF) (g cm^2); razão de área foliar (RAF) (g cm^2); área foliar específica (AFE) (g cm^2); taxa

assimilatória líquida (TAL) ($\text{g cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$); taxa de crescimento relativo (TCR) (g g^{-1}) (BENINCASA, 1988).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, e as médias dos períodos de avaliação, ajustadas através de equações de regressão, utilizando o programa estatístico SANEST.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre períodos de avaliação e os níveis de sombreamento estudados, foram observadas interações para altura, diâmetro, CR, MSR, MSF, MSPA, AF e R/PA, clorofila e TCR.

A maior altura das plantas ocorreu sob 50 % de sombreamento, aos 180 DAT, enquanto a pleno sol, as plantas apresentaram com menor estatura (Figura 1a).

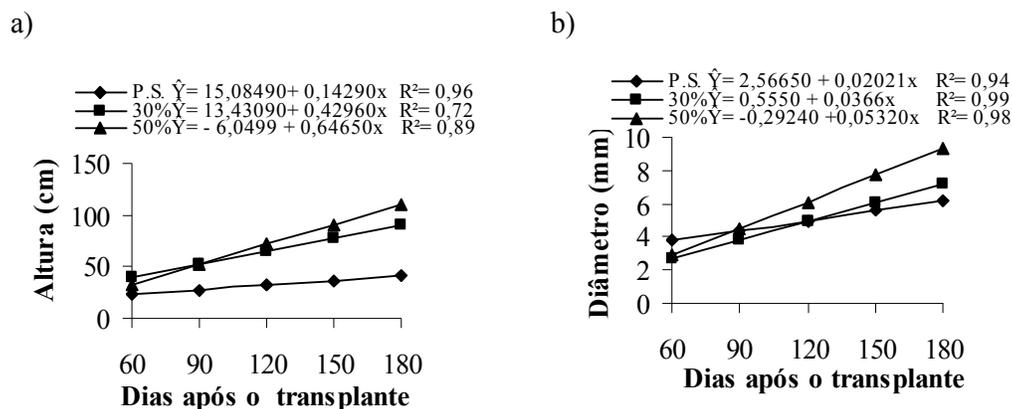


FIGURA 1: Altura (a) e diâmetro (b) das mudas de *Caesalpinia ferrea* em função do tempo e de níveis de sombreamento.

Em estudos realizados com (jatobá) *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.; (fedegoso) *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. e (moreira) *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex. Steud, em condições de 0%, 30% e 50% de sombreamento, Almeida et al., (2005) verificaram maiores alturas sob 50% de interceptação da radiação solar; (LIMA et al., 2007) em estudo com *Virola*

surinamensis (Rol.) Warb sob 0% e 50% de sombreamento também verificaram maiores alturas sob 50% de sombreamento.

A adaptação a baixas irradiâncias é uma característica genética que faz com que as folhas apresentem estrutura anatômica e propriedades fisiológicas que as capacitem ao uso efetivo da radiação solar disponível (LARCHER, 2000). A redução do crescimento em altura em pleno sol pode estar relacionado à elevação da temperatura das folhas e, desta forma, à intensificação da taxa respiratória, que indiretamente pode induzir ao fechamento dos estômatos, com conseqüente redução da fixação e de redução de carbono e, ainda causando um aumento no consumo de fotoassimilados (KOZLOWSKI et al., 1991).

O sombreamento induziu aumento do diâmetro de colo das mudas apresentando diferença significativa entre os tratamentos, entretanto, esta diferença foi maior para as mudas cultivadas sob 50% (Figura 1b) quando comparadas com 0% e 70% de sombreamento, provavelmente por ser essa espécie, segundo a literatura, classificada como secundária inicial. Resultados semelhantes foram observados para (canela-batalha) *C. aschersoniama* (ALMEIDA et al., 2004) e (jatobá) *H. courbaril* L. var. *stil bocarpa* (Hayne) Y.T. Lee e Lang. (ALMEIDA et al., 2005).

O crescimento da raiz em termos de comprimento, apresentou uma resposta linear em função da idade das plantas; entretanto não foi observada diferença significativa entre os níveis de sombreamento a que estas foram submetidas (Figura 2a).

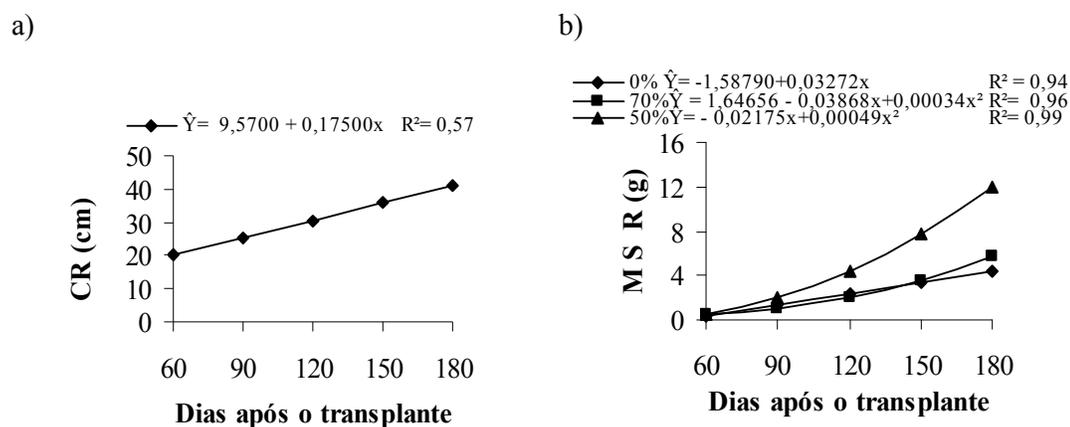


FIGURA 2: Comprimento da raiz (a) e massa seca de raiz (b) das mudas de *Caesalpinia ferrea* em função do tempo e níveis de sombreamento.

No que diz respeito a massa seca da raízes, nas mudas cultivadas sob 50% de sombreamento acumularam mais biomassa, com média de 11,13g diferindo significativamente dos demais tratamentos (70% e 0% de sombreamento), os quais apresentaram média de 5,2 e 4,3g, respectivamente (Figura 2b). Essa mesma característica foi semelhante em plantas de (óleo copaíba) *Copaifera langsdorffii* Desf. (SALGADO et al. 2001) e (andiroba) *V. surinamensis* (Rol) Warb. (LIMA et al., 2007), que também tiveram melhor desempenho sob condições de maior sombreamento.

A massa seca foliar (Figura 3a) apresentou resposta de crescimento linear nas plantas sob 50% e 70% de sombreamento, respectivamente. Nas plantas sob pleno sol, não houve ajuste aos modelos testados. Resultados semelhantes foram observados para (velame), *Sclerolobium paniculatum* var. *rubiginosum* (. Ex Tul.), (FELFILI et al., 1999); (andiroba) *V. surinamensis* (Rol) Warb. (Lima et al, 2007) que alocaram maior quantidade de biomassa para as folhas quando cultivadas sob 50% de sombreamento. Mudanças de *Euterpe edulis* Mart. apresentaram intolerância a plena luz com redução da massa seca (NAKAZONO et al., 2001). A exposição prolongada das plantas a altas irradiâncias pode ser prejudicial às plantas devido a fotoinibição do aparelho fotossintetizante, com reduções significativas da fotossíntese, podendo levá-las, inclusive a morte (KITAO , 2000).

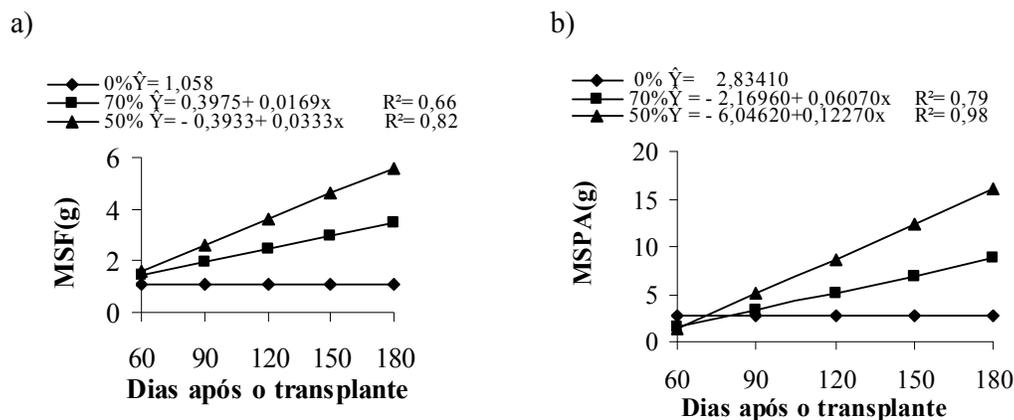


FIGURA 3: Massa seca da folha (a) e massa seca da parte aérea (b) das mudas de *Caesalpinia ferrea* em função do tempo e níveis de sombreamento.

Por outro lado, algumas espécies como (jequitibá-rosa) *C. legalis*, (REGO e POSSAMAI, 2006) e (cumaru-de-cheiro) *A. cearensis* (Allemão) A. C. Smith,

(RAMOS et al., 2004), mostraram melhores desempenhos quando crescidas sob luz plena, acumulando mais biomassa nas folhas. Essas respostas podem ser devidas ao fato da luz favorecer o crescimento em alongamento de células empilhadas foliares e uma cutícula mais espessa, enquanto o sombreamento favorece a produção de maior quantidade de parênquima lacunoso (TAIZ e ZEIGER, 2004), aumentando-se assim, o tamanho da folha e diminuindo a sua densidade específica.

Mudas de Pau-ferro cultivadas sob 50 e 70% de sombreamento alocaram maiores quantidades de massa seca para a parte aérea (figura 3b). Esses resultados corroboram com os encontrados para (velame) *S. paniculatum*, (Felfili et al, 1999); (jatobá) *H. courbaril*, (MAZZEI et al., 1999); (moreira) *M. tinctoria* (L.) D. ex Steud (L.) D. Don ex Steud, (ALMEIDA et al., 2005); (andiropa) *V. surinamensis* (Rol) Warb. (LIMA et al, 2007).

Com relação à área foliar, as mudas apresentaram resposta diferencial ao crescimento (Figura 4a), indicando que esta característica é determinada pela condição ambiente a que a planta esteja submetida. A maior área foliar foi encontrada nas plantas crescidas sob 50% de sombreamento aos 180 DAT. O crescimento da área foliar foi sensivelmente prejudicado pela exposição a pleno sol, sendo a média de 141,57 cm², a menor dentre os tratamentos testados. O aumento em área foliar com o sombreamento é uma das adaptações que permite as plantas investirem sua biomassa no crescimento da superfície fotossintetizante, assegurando-as em um aproveitamento maior das baixas intensidades luminosas (PEDROSO e VARELA, 1995).

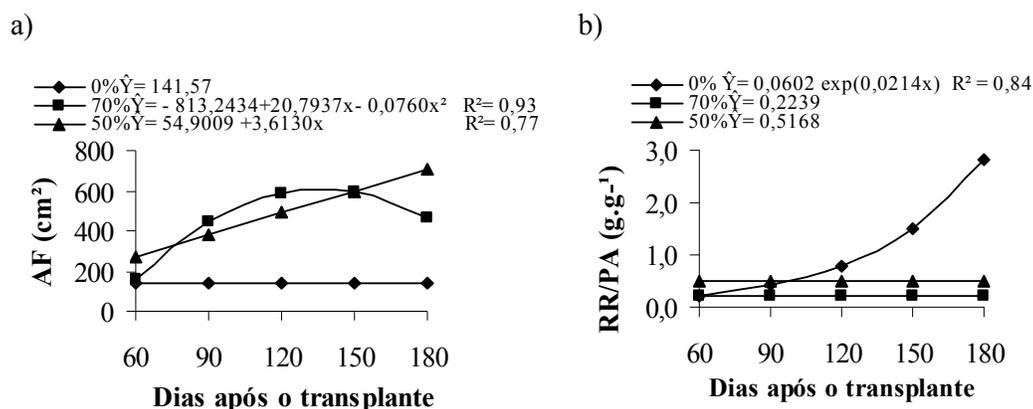


FIGURA 4. Área foliar (a) e relação raiz parte aérea da muda de *Caesalpinia férrea* em função do tempo e níveis de sombreamento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al, (2007) em (andiroba), *V. surinamensis* (Rol) Warb. crescida sob 50% de sombra e pleno sol, apresentaram maior área foliar em condições de sombreamento (LIMA et al, 2007).

A maior produção de massa seca das folhas, raiz e parte aérea das mudas sob 50% de sombreamento e a menor sob 70% de sombra e a pleno sol podem ser justificadas no fato de que, sob baixa intensidade luminosa (70% de sombreamento), as folhas podem não ter conseguido produzir fotoassimilados suficientes para suprir a demanda de crescimento da planta, além de estar investindo no aumento da área foliar.

Por outro lado, as mudas cultivadas sob pleno sol apresentaram maior relação raiz /parte aérea em relação aos demais tratamentos (Figura 4b), tornando-se evidente que nessas condições, as plantas necessitam de um sistema radicular mais desenvolvido para suprir, eventualmente, as plantas. Resultados semelhantes foram verificados para *S. paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. nessas condições e a 50, 70 e 90% de sombreamento (FELFILI et al.,1999) e por Campos e Uchida (2002) em (caroba) *J. copaia* (Aubl.) D. Don submetida a 30, 50 e 70% de sombreamento e, melhores resultados a pleno sol. Esses dados podem ser justificados por Fonseca *et al.*, (2002) ao citar que a pleno sol, a taxa de evaporação do solo é maior o que torna a água menos disponível para o sistema radicular, levando assim a um maior crescimento das raízes, enquanto sob sombreamento, a temperatura do ambiente ao redor das mudas pode diminuir em até 5° C, o que provavelmente reduz a taxa de evaporação e mantém a umidade do solo por maior tempo.

No que diz respeito aos teores de clorofila, as plantas apresentaram maiores valores a 70 e 50% de sombreamento (Figura 5a). Resultados semelhantes também foram observados em plantas jovens de (camboatã), *C. vernalis* onde os maiores valores de clorofila foram observados em plantas submetidas a 50 e 70% de sombreamento comparados com as mudas crescidas a 30% e pleno sol (LIMA JR. et al, 2005), e em (jequitibá-rosa), *C. legalis* (Mart.) Kuntzs submetidas aos níveis de 100, 70, 64,44 e 34% de luminosidade, sendo que níveis de sombreamento mais elevados proporcionaram maior teor de clorofila (REGO e POSSAMAI, 2006).

Maior acúmulo de clorofila em ambientes mais sombreados pode ser devido a um efeito compensatório da espécie quando está em ambiente onde ocorre uma menor radiação solar (NAVES et al. 1994). Essa idéia é reforçada por Boardman (1977) ao sugerir que as folhas cultivadas sob baixas intensidades de luz, apresentam maiores teores de clorofila por unidade de peso, e que folhas de sombra apresentam maior

concentração de clorofila quando comparadas às de sol. Uma possível justificativa para esse comportamento é que as plantas crescidas sob baixas radiações apresentam melhor desenvolvimento de grana.

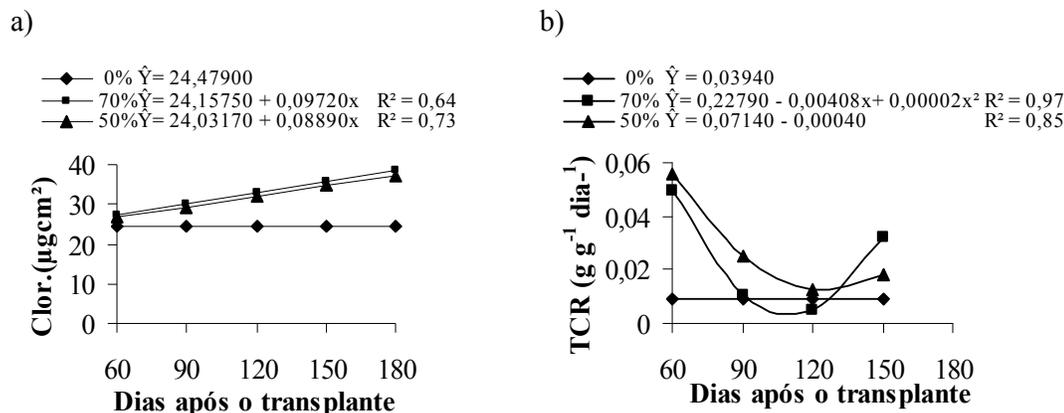


FIGURA 5 : Teor de clorofila (a) e taxa de crescimento relativo da muda de *Caesalpinia ferre* em função do tempo e níveis de sombreamento.

Os resultados da análise quantitativa do crescimento realizada com base em índices fisiológicos podem ser observados na Figura 5b e Tabela 1.

Tabela 1. Razão de área foliar (RAF), Razão de peso foliar (RPF), Taxa de crescimento relativo (TCR), das mudas de *Caesalpinia ferrea* sob 70%, 50% e 0% de sombreamento.

Tratamentos	RAF (g g^{-1})	RPF (g g^{-1})	TCR (g g dia^{-1})
Pleno sol	24,47 c	0,1859 b	0,009 b
50%	39,2043 b	0,2395 a	0,0279 a
30%	51,5426 a	0,2708 a	0,0242 ab
CV %	31,10%	19,59%	25,16%

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em plantas cultivadas a pleno sol, a taxa de crescimento relativo manteve-se baixa e constante até os 150 DAT, enquanto sob 70 e 50% de sombreamento observou-se uma queda substancial no período compreendido entre 60 e 120 DAT, retomando-se em seguida (Figura 5b). Isto demonstra que a diminuição da disponibilidade de luz teve

efeito positivo na taxa de acúmulo da matéria seca das plantas (Tabela. 1). Resultados semelhantes também foram observados em plantas de (andiroba), *V. surinamensis* (Rol) Warb sob 50% de sombreamento e pleno sol, onde as plantas sob 50% de sombreamento apresentaram maior TCR (LIMA et al., 2007).

A razão de área foliar das plantas mantidas sob 70% de luminosidade apresentaram valores mais elevados que os demais tratamentos (Tabela. 1). Essa variável representa a relação entre a área foliar e a correspondente massa seca total. Resultados semelhantes foram verificados em mudas de (sumaúma) *Ceiba Pentandra* (E.) (Gaertn) cultivadas a pleno sol, 30, 50 e 70% de sombreamento (PEDROSO VARELA, 1995), onde os autores verificaram que em plantas sob 70 e 50% de sombreamento maior razão de área foliar (RAF). Duz et al., (2004), estudando (embauva-vermelha) *Bathysa australis* (A. st-Hill.), *Cecropia glaziovii* Sneth e (cedro) *Cedrela fissilis* Vell sob 2, 15, 30 e 50% de luminosidade, verificaram decréscimo na RAF com o aumento da radiação solar.

Em relação a razão de peso foliar, os maiores valores foram observados nas plantas crescidas sob 70 e 50% de sombreamento e menor valor a pleno sol (Tabela. 1). Sob condições de sombreamento parcial, as folhas tendem a apresentar uma área foliar maior e uma menor massa seca. Isto representa um artifício da planta a fim de otimizar a interceptação luminosa (Benincasa, 1988). Resultados semelhantes foram verificados por Nakazona et al., (2001) em pesquisa com *E. edulis* Mart sob 2, 6 e 20% de incidência solar, cujos autores observaram que plantas sob maior sombreamento exibiram maior RPF.

No que diz respeito aos índices TAL, AFE e PEF das mudas, não foram observadas diferenças entre sombreamentos, cujos valores médios foram 0,0006(g cm⁻²dias⁻¹), 168,1951 (cm g⁻¹) e 0,0082 (g cm⁻²), respectivamente. Resultados semelhantes para a TAL foram verificados por Scalón et al., (2003) em (castanha do maranhão), *Bombacopsis glabra* cultivada a pleno sol, 30 e 50% de sombreamento. Entretanto, observou-se ligeiro aumento no PEF das plantas crescidas sob 50% de luz, enquanto houve um aumento na AFE das plantas sob 70% de sombreamento (Tabela. 1). De acordo com Dale (1988), algumas plantas crescidas sob sombreamento apresentam mecanismos adaptativos com aumento da área foliar para maximizar a captação da luz solar, dentre eles, a diminuição do peso específico foliar em detrimento de uma maior área foliar. Nakazona et al., (2001) também não verificaram diferença significativa na

PEF em *E. edulis* Mart crescendo sob 20, 30, 50, e 70% de luminosidade, corroborando com o presente estudo.

CONCLUSÕES

Nas condições em que esse estudo foi conduzido e considerando os níveis de sombreamento testados, conclui-se que 50% de sombreamento foi a melhor condição de luz para a produção de mudas de *Caesalpinia ferrea*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F.F.A.; BARBEDO, C.J. Efeito de fatores ambientais no crescimento de mudas de Pau-brasil (*Caesalpinia achinata* Lam.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Jaboticabal, v.2, n.1, p.26-32, 1996.

ALMEIDA L .P.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M; ZANELA, S. M; VIEIRA, C. M...Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural, Santa Maria** v.34, n.1, 2004.

ALMEIDA, S. M. Z; SOARES, A.M; CASTRO, E.M; VIEIRA, C.V; GAJEGO, E.B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1 pp.62-68. 2005.

BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. de. Eucalipto. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Editores). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação**. Viçosa, CFSEMG, 1999. p.303-304.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas** (Noções básicas), Jaboticabal, FCVA-UNESP, 41p. 1988.

BLACK, C.; ONG,C. Utilization of kight and water in tropical agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology, Amstredam**, v.104, p. 25-47, 2000.

BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Plant Physiology** , v.28, p.355-377, 1977.

BRAGA, R. **Plantas Medicinais do Nordeste, Especialmente do Ceará**. 3 ed. ESAM, Mossoró. 1976.,

CAMPOS, M. A.A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 39, p. 267-295, 1988.

DUZ, S.R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.3, p.587-596, 2004.

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.

FELFILI, J. M; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A.C; SOUZA-SILVA; J.C; RESENDE, A.V; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.2, p.297-301, 1999. (Suplemento)

FERREIRA, M.G.M.; CANDIDO, J.F.; CANO, M.A.O. et al. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 1, n. 2, p.121-134, 1977.

FERREIRA, J.N., RIBEIRO, J.F.R.; GOMES, A.C. Germinação de sementes de *Piptadenia gonoacantha* Mart. sob inundação. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.5, p.95-104, 2000.

FONSECA, P.V. VALERI, S.V.; MIGLIORANZA, E. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p. 515-523, 2002.

KITAO, M.. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. **Plant, Cell and Environment**, n. 23, p.81-89, 2000.

KITAJAIMA,K. Ecophysiology of tropical seedlings. In. Tropical Forest Plant Ecophysiology, (S. S. Mulkey, R. L. Chazdon and A. P. Smith, eds.) Chapman & Hall, New York, p.p. 559-596.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima 2000. 531 p.

LIMA, J.D.; SILVA, B.M.S.; MORAES, W.S. Efeito da intensidade da luz no crescimento de mudas de *Virola surinames* (Rol.) Warb. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v.13, n.2, p.39-45, 2007.

LIMA JR., E.C.; ALVARENGA, A.A. de; CASTRO, E.M; VIEIRA, C.V.; BARBOSA, J. P. R. A. D. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. Submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.30, n. 1, p.33-41, 2006.

LORENZI, LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2000. 352p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e coordenação Geral & IBGE. **Atlas Multireferencial do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, Convênio com o Governo do Estado e Fundação IBGE, 1990.

MAZZEI, L.J. Crescimento de plântulas de *Hymenaea coubaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee e Lang. em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.4, p.21-29, 1999.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTHATSUGI, KI; PAULILO, M. T. S.. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n.2, p. 173-179, 2001.

PEDROSO, S. G.; VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumaúma. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 47-51, 1995.

RAMOS, K.M.O.; FELFILIL, J.M. ; FAGG, C.W; SOUZA-SILVA, J. C; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemao) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.18, n.2, p.351-358, 2004.

REGO, G.M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.

SALGADO, M.A.S.; REZENDE, A.V.; FELFILI, J.M. Crescimento e repartição de biomassa em plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. submetidas a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Brasil Florestal** 70: pp.13-21. 2001.

SCALON, S.P.Q.; FILHO, H.S.; RIGONI, M.R; FILHO, H.S. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.23, n.3, p.652-655, 2001.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; RIGONI, M.R; FILHO, H. S.; FILHO, H. S. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa- MG, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SOUZA, P.B.L.; SANTANA, J.R.F. de; CREPALDI, I.C. **Influência do fotoperíodo na germinação de pau ferro**. In: Congresso Nacional de Botânica, 48, 1997, Crato.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução de E.R.Santarém et al. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004,720p.

CAPÍTULO II

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Caesalpinia ferrea* ex. Tul var.
Leiostachya Benth (PAU FERRO) CAESALPINACEAE SOB DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS**

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Caesalpinia ferrea* ex. Tul var.
Leiostachya Benth (PAU FERRO) CAESALPINACEAE SOB DIFERENTES
REGIMES HÍDRICOS**

RESUMO - Objetivou-se com este estudo avaliar o crescimento inicial das mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *Leiostachya Benth* (Caesalpinaceae) sob quatro regimes hídricos (alagamento, 70, 40 e 12,5% de capacidade de campo). As mudas foram submetidas aos tratamentos aos 60 dias de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições de oito mudas por tratamento. Após 7 dias de permanência sob tratamento, iniciaram-se as avaliações. O diâmetro (6,5mm), teor relativo de água (52,45%), área foliar específica (174,58 g cm²), taxa de crescimento relativo (0,0160 g g⁻¹), taxa assimilatória líquida (0,0004 g dm⁻² dias⁻¹) e peso específico de folha (0,0062g cm²) não variaram estatisticamente entre os tratamentos. As mudas sob 70%cc apresentaram maior altura (84,6cm), tamanho da raiz (28,9cm), massa seca da raiz (6,24g), área foliar (376,0cm²), massa seca da folha (1,98 g), massa seca da parte aérea (8,27g) e teor de clorofila (31,67 µg cm²). A razão de peso específico (0,2368g g⁻¹) e o teor de nitrogênio (0,37g kg⁻¹) foram maiores sob 12,5%CC. A razão de área foliar (35,09g g⁻¹) foi menor sob 12,5%CC. A melhor condição para a produção das mudas foi em 70% da capacidade de campo.

Palavras-chave: estresse, produção de mudas, espécies nativas.

ABSTRACT- The objective of this study was to evaluate the initial growth of *Caesalpinia ferrea* seeds Mart ex. Tul var, *Leiostachya Benth* (Caesalpinaceae) under four hidric regimen (overflow, 70, 40 and 12.5% of field capacity). The changes had been submitted to the treatments to the 60 days of age. The experimental delineation was entirely cased with four repetitions of eight changes for treatment. After 7 days of permanence under treatment, the evaluations had been initiated. The diameter (6,5mm), relative water text (52.45%), specific foliar area (174,58 g cm²), tax of relative growth (0,0160 g g⁻¹), liquid assimilated tax (0,0004 g dm⁻² days⁻¹) and specific weight of leaf (0,0062g cm²) had not varied statistical between the treatments. The seeds under 70%CC had presented greater height (84,6cm), size of the root (28,9cm), dry mass of the root (6,24g), foliar area (376,0cm²), dry mass of the leaf (1,98 g), dry mass of the

aerial part (8,27g) and text of chlorofile ($31,67 \mu\text{g cm}^2$).The reason of specific weight ($0,2368\text{g g}^{-1}$) and the nitrogen text ($0,37\text{g kg}^{-1}$) had been bigger under 12,5%CC. The reason of foliar area ($35,09\text{g g}^{-1}$) was lesser under 12,5%CC. The best condition for the production of the seeds was in 70% of the field capacity.

Key-word: stress, native production of changes, native species.

INTRODUÇÃO

Os recursos florestais têm sofrido grande pressão ao longo dos tempos, tanto através do desmatamento para fins agropecuários, como da extração de matéria-prima para suprir as diferentes atividades da indústria. Em função da diminuição desses recursos, nos últimos anos tem-se intensificado o interesse nos estudos envolvendo a propagação de espécies nativas, visando o desenvolvimento de tecnologias aplicadas a recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem (IBAMA, 1998).

Para a exploração racional das potencialidades das espécies nativas na recuperação de ambientes com algum tipo de perturbação, é de suma importância o estudo da auto-ecologia da espécie, bem como a melhor técnica de produzir mudas de uma determinada espécie. Uma das razões do insucesso de plantios com espécies nativas é a pouca atenção que tem sido dada ao conhecimento de suas exigências ecológicas (FERREIRA et al., 1977).

A relação água planta vem sendo estudada há algum tempo, com o objetivo de se entender melhor os processos de absorção, transporte e perda de água, assim como as estratégias de sobrevivência das plantas submetidas a ambientes com falta ou com excesso de água no solo (MEDRI, 2002), que podem desencadear diferentes graus de estresse.

Plantas da mesma espécie submetidas a déficit hídrico, diferente das que se encontram em ambientes com disponibilidade hídrica adequada, apresentam folhas com a cutícula mais espessa e pode ocorrer também abscisão causado pela ação do ácido abscísico (LARCHER, 2000), facilitado pelo aumento na síntese de lipídios (TAIZ e ZEIGER, 2004). A imposição do estresse reduz a alocação de biomassa das folhas e dos caules e aumenta a das raízes. Essa resposta da planta pode estar associada a um mecanismo de tolerância ao estresse hídrico, pois sob condições de baixa disponibilidade de água no solo, as plantas tendem a investir mais biomassa no sistema

radicular, permitindo maior crescimento de raízes e, conseqüentemente, aumento da capacidade de absorção de nutrientes (CORREIA e NOGUEIRA, 2004).

Além do déficit hídrico, a saturação do solo também afeta o desenvolvimento das plantas, diminuindo o crescimento das raízes e da parte aérea, seja pela inibição do alongamento ou da iniciação da expansão foliar dos entrenós. As espécies sensíveis ao estresse de inundação desenvolvem sintomas, os quais resultam principalmente de distúrbios causados pela hipoxia ou anoxia nas raízes. Os mais comuns são a abscisão de folhas, flores e frutos, clorose nas folhas, (KOZLOWSKI, 1984),

A dinâmica da física do solo é alterada de maneira significativa pela saturação hídrica, uma vez que diminui os espaços aeríferos do solo limitando as trocas gasosas com a atmosfera, trazendo como conseqüência, alterações no metabolismo das células radiculares, culminando, evidentemente com a morte das plantas (LARCHER, 2000)

Caesalpinia ferrea Mart. ex. Tul. Var. *Leiostachya* Benth, popularmente conhecida como pau-ferro, é uma espécie secundária inicial que apresenta boa regeneração na floresta. É uma árvore de 10 -20m de altura, troncos lisos, escuros com manchas brancas irregulares, muito utilizada para arborização de parques e praças. Seus frutos são vagens de coloração preto-avermelhado, carnosos e indeiscentes (LORENZI, 2000). Sua casca, sementes, frutos e raízes são usados na medicina popular para emagrecer, como depurativo, no combate a anemia, afecções pulmonares e diabetes (BRAGA, 1976). As sementes apresentam dormência sendo necessários tratamentos de escarificação para obter-se uma taxa de 90% de germinação (SOUZA et al., 1997). Entretanto, não foram encontrados na literatura consultada, informações sobre as necessidades hídricas das mudas dessa espécie.

Visando fornecer subsídios para produção de mudas e auxiliar na implementação de programas de revegetação com utilização de plantas nativas, este estudo objetivou avaliar o crescimento inicial de mudas de *Caesalpinia ferrea* ex. Tul Var. *Leiostachya* Benth sob diferentes regimes hídricos em viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em condições de viveiro, pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS, localizada a uma latitude de 22°13'16"S, longitude 54°17'01"W e altitude de 430 m, durante os meses de dezembro de 2006 a maio de 2007.

Os frutos da espécie em estudo foram colhidos em matrizes localizadas na cidade de Dourados (MS), conduzidos ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFGD onde foram beneficiadas manualmente e condicionadas em embalagens de papel kraft em ambiente de laboratório durante 90 dias. As sementes foram pré-tratadas com ácido sulfúrico por 15 minutos para quebra de dormência tegumentar e, lavadas em água corrente durante 5 minutos para retirar o excesso de ácido.

A semeadura foi realizada em berço de células de polietileno contendo substrato comercial (Plantmax) e posteriormente colocadas em bancadas dentro do viveiro com irrigação e radiação reduzida a 50% até atingirem a altura de 10 cm, quando foram transplantadas para embalagem plástica preta perfurada com capacidade para 3kg de peso contendo como substrato 96,5% solo (Latosolo vermelho distroférico) + 3,2% cama-de-aviário semidecomposta + 0,3% adubo químico Yorim. Após análise do solo, as doses de N, P₂O₅, K₂O e S utilizadas foram baseadas em uma modificação, recomendada por Barros et al, (1999) para a elaboração de substrato a ser utilizado na produção de mudas de eucalipto.

Depois de transplantadas, as mudas foram mantidas em viveiro durante trinta dias para aclimação.

Os regimes hídricos foram baseados no cálculo do volume total de poros do substrato sendo os seguintes tratamentos: 70%, 40% e 12,5% do total de poros preenchidos com água e alagamento. O alagamento foi obtido mantendo-se as mudas em recipiente plástico com uma lâmina d'água de 4 cm acima da superfície da embalagem. Diariamente e sempre no mesmo horário, eram pesados os sacos plásticos com as plantas, em uma balança, para verificação da quantidade de água consumida e, posteriormente, adicionados os volumes a fim de manter a capacidade hídrica de cada tratamento. A cada 7 dias foram avaliadas a altura do caule (cm) utilizando régua graduada; diâmetro de colo (mm) com paquímetro digital; teor de clorofila total ($\mu\text{g cm}^{-2}$) medido com o aparelho clorofilmetro SPAD 503. Quinzenalmente foram medidas as massas secas de raiz, folha e parte aérea (g); relação raiz/parte aérea (g g^{-1}); área foliar (cm^2) (quantificada por meio de um integrador de área foliar Li cor); área foliar específica (g cm^{-2}); razão de peso foliar - RPF (g g^{-1}); peso específico de folha - PEF (g cm^{-2}), taxa assimilatória líquida - TAL ($\text{g cm}^{-2} \text{ dia g}^{-1}$), taxa de crescimento relativo - TCR (g g^{-1}) (BENINCASA, 1988). Ao final das avaliações foi medido o teor relativo de água na folha utilizando-se a seguinte equação, $\text{TRA} = \text{Pf-Ps} / \text{Pst-Ps} \times 100$, sendo Pf = peso fresco, Ps = peso seco e Pst = peso saturado; e o teor de nitrogênio de

acordo com a (AOAC, 2005) Durante o experimento foram registradas a temperatura máxima (Figura 1a) e mínima (Figura 1b) do ambiente de cultivo utilizando-se um termohigrometro.

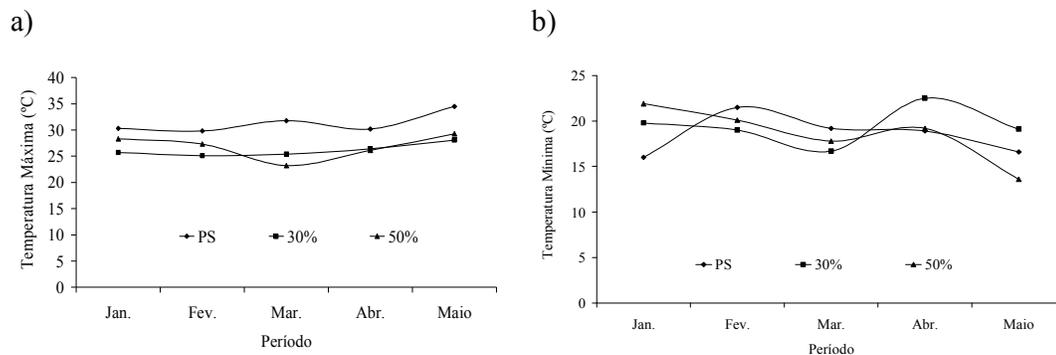


FIGURA 1: Médias da temperatura máxima (a) e mínima (b) registradas no interior do viveiro durante o experimento.

Para retirada das raízes, sem que estas fossem danificadas, os sacos foram rompidos verticalmente e a terra removida com água corrente, para evitar a perda de fragmentos da raiz.

A medida do caule foi realizada, considerando-se a distância entre o colo e o ponto de inserção das folhas mais jovens. Depois de realizadas as mensurações, as plantas foram separadas em raízes, caules e folhas e, foram submetidas à secagem em estufa 70°C durante 72 horas. As determinações do peso da matéria seca dos diferentes órgãos foram obtidas em balança analítica.

O teor relativo de água foi obtido retirando-se 10 discos de 4mm de diâmetro de cada folíolo, os quais foram colocados em placa de Petri fechada e pesados para se obter a massa fresca. Esses mesmos discos foram colocados para flutuar em água destilada, contida em uma placa de Petri por 24 horas, após o que, foram enxugados superficialmente, colocados de novo na placa de Petri e pesados para obter a massa saturada. Por fim as placas foram abertas e colocadas em estufa a 75 °C, por 24 horas, e novamente pesados para se obter a massa seca.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 (regimes hídricos) x 5 (períodos de avaliação para altura, diâmetro e clorofila) e 4 períodos para as demais características, com 4 repetições de 8 mudas cada.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e havendo diferença significativa entre os dados, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, e as médias dos períodos de avaliação, ajustadas através de equações de regressão, utilizando o programa estatístico SANEST.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não foi observada interação significativa entre dias de tratamento e disponibilidade de água para as características diâmetro do colo, teor relativo de água, área foliar específica, taxa assimilatória líquida, taxa de crescimento relativo, peso específico da folha.

As mudas de pau ferro apresentaram maior altura em alagamento, 70 e 40% CC. Com 12,5%CC as mudas não apresentaram diferença significativa ao longo das avaliações (Figura 2a). Resultados semelhantes foram encontrados por Cabral et al. (2004) estudando o crescimento inicial de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore (ipê-amarelo) sob 100, 50 e 25%CC e por Figueirôa et al. (2004) estudando *Myracrodouon urundeuva* Allemão (aroeira) sob 25, 50 e 75% CC, ambos constataram maior altura das plantas quando submetidas a maior disponibilidade de água.

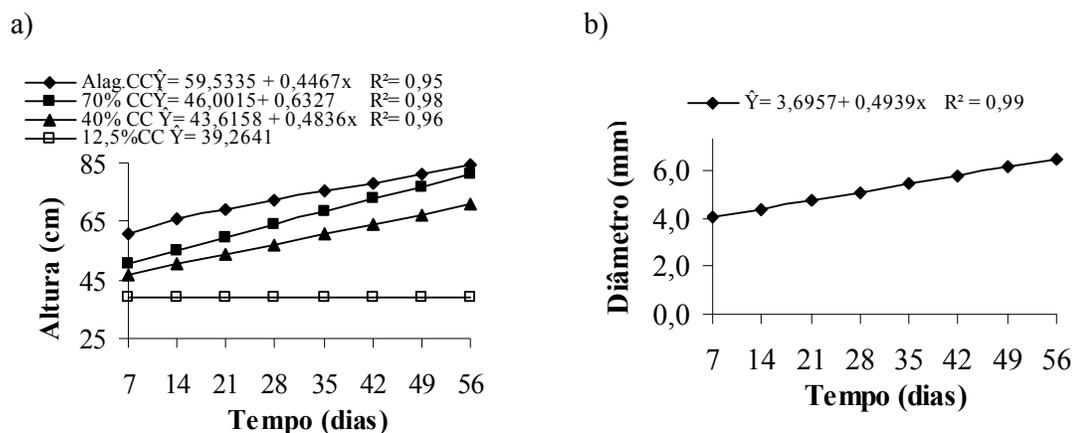


FIGURA 2: Altura (a) e diâmetro (b) das mudas de *Caesalpinia férrea* em função de dias de tratamento e regimes hídricos.

Baseado na literatura, plantas cultivadas em solos alagados apresentam acúmulo de etileno, e este é o principal responsável pelo alongamento do caule em resposta a submersão (VOESENEK et al., 1993). Entretanto Batista et al. (2003) observaram

redução na altura das mudas de (embaúva) *Cecropia pachystarchya* Trécul sob alagamento.

O diâmetro de colo apresentou crescimento linear chegando a 6,5mm aos 56 dias de tratamento (Figura 2b). Observou-se maior diâmetro em plantas submetidas a 70% de disponibilidade de água (Tabela. 1). De maneira contrária, Batista (2003) trabalhando com *C. pachystarchya* em solo drenado, alagado e reerado não observou diferenças no diâmetro em nenhum dos tratamentos.

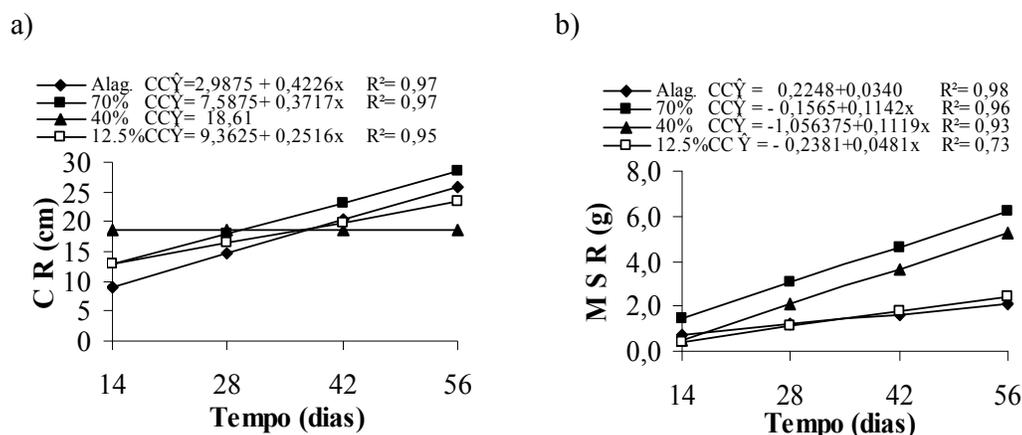


FIGURA 3: Comprimento da raiz (a) e massa seca da raiz das mudas de *Caesalpinia ferrea* em função de dias de tratamento e regimes hídricos.

TABELA 1. Médias de diâmetro do caule, teor relativo de água (TRA), teor de nitrogênio de mudas de *Caesalpinia ferrea* sob diferentes regimes hídricos.

Tratamentos	Diâmetro (mm)	TRA (%)	Nitrogênio (g kg ⁻¹)
12,5%	3,67 d	42,05 a	0,70 a
40%	5,70 b	47,00 a	0,51 c
70%	6,17 a	59,93 a	0,53 b
Alag.	5,46 c	60,82 a	0,37 d
CV %	10,99%	36,5%	17,8%

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

As plantas apresentaram maior crescimento de raízes sob 70 %CC, alagamento e 12,5 % CC respectivamente, apresentando diferença significativa aos 56 dias de tratamento com comprimento de 28,9cm para 70% e 18,6cm para 12,5%. Com 40% CC as mudas não apresentaram diferença significativa ao longo das avaliações (Figura 3a).

Figuerôa et al. (2004) estudando o crescimento inicial de *M. urundeuva* sob 25, 50 e 75% CC não observaram diferenças no comprimento radicular entre os tratamentos .

A Massa seca da raiz foi maior quando as mudas foram cultivadas com 70 e 40% CC respectivamente (Figura 3b). O alagamento proporcionou menores médias, o que pode ter sido em decorrência do enegrecimento de todo sistema radicular e morte de raízes secundárias substituídas por raízes adventícias. Menores valores de massa seca da raiz sob alagamento também foram encontrados em *C. pachystachya* (embaúba) (BATISTA, 2003); *Tapirira guianensis* (peito-de-pombo) e *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (almecegueira) (LOBO-FARIA, 1998); *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J. F. Macbr. (angico-branco) (FERREIRA et al., 2001). Estudando *M. urundeuva* (aroeira) sob 75, 50 e 25%CC. Figueirôa et al. (2004) também verificaram menor massa seca da raiz sob déficit de água.

A área foliar das mudas, semelhante à altura, apresentou melhor resultado em 70%CC seguido de 40% e alagamento. Entretanto a resposta do crescimento seguiu um modelo quadrático. Menores resultados foram obtidos em plantas com menor suprimento de água (12,5% de CC) (Figura 4a). O padrão de crescimento encontrado neste estudo sugere que nenhuma das condições testadas foi ideal para essa espécie, uma vez que, nos três primeiros tratamentos, foi observado um declínio na área foliar. A diminuição na área foliar talvez seja em função da perda das folhas que pode ter sido ocasionado pelo prolongamento no estresse.

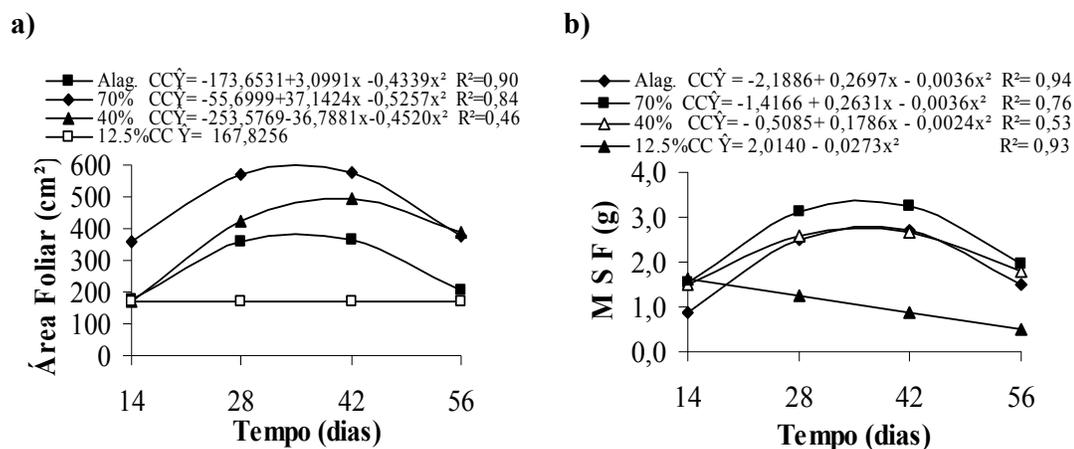


FIGURA 4: Área (a) e massa seca da foliar (b) de mudas de *Caesalpinia ferrea* em função de dias de tratamento e regimes hídricos.

Resultado semelhante foi encontrado por Figueirôa et al. (2004) estudando *M. urundeuva* (aroeira) e por Cabral et al. (2004) estudando *T. aurea* (ipê amarelo) quando sob 25%CC, as mudas apresentaram menor área foliar.

Kozslowski (1984) constatou intensa senescência e abscisão em *Betula papyrifera* após 60 dias de alagamento. A literatura relata que em plantas submetidas ao alagamento pode ocorrer mudanças no fluxo de substâncias entre o sistema aéreo e radicular (Jackson, 1993). Dentre essas mudanças, cita-se o acúmulo de ACC (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico) nas raízes que estão sob alagamento e seu transporte para a parte aérea, onde é convertido a etileno (BRADFORD e YANG, 1980). O etileno quando em grandes quantidades na planta provoca senescência e abscisão precoce nas folhas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

As plantas de *C. ferrea* tiveram comportamento semelhante na massa seca foliar quando se compara a área foliar, sendo o melhor resultado encontrado 70% CC, com aumento progressivo até o trigésimo quinto dia quando então iniciou uma queda acentuada, indicando ser esse período, o limite de tolerância dessa espécie às condições de cultivo (Figura 4b). Entretanto houve redução drástica nos valores de massa seca em plantas submetidas ao tratamento de 12,5% CC.

Resultados semelhantes foram encontrados em *M. urundeuva* (aroeira), onde os valores das massas secas avaliadas aos trinta e sessenta dias apresentaram redução dessa característica. Entretanto melhores resultados foram obtidos no final do experimento sob regime de 75% CC e, os menores, com o aumento do déficit hídrico (FIGUERÔA et al., 2004). Em mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá) cultivadas sob 100, 50 e 25% da capacidade de recipiente não foram observadas diferenças entre os tratamentos aos 25 dias, contudo aos 50 dias, em plantas sob restrição hídrica mais severa, a produção de massa seca da foliar diminuiu (SANTIAGO et al., 2001).

No presente trabalho as mudas de pau ferro acumularam maior massa seca na parte aérea quando submetidas a 40% CC apresentando médias aproximadas de 8,3g aos 56 dias. O alagamento proporcionou aumento de crescimento até o 42º dia, com posterior queda. Sob 70 e 12,5%CC não houve diferença significativa ao longo das avaliações, todavia menores valores foram encontrados nessa condição de cultivo. (Figura 5a).

Corroborando com este estudo, Cabral et al. (2004) e Santiago et al. (2001) verificaram que plantas jovens de *T. aurea* (ipê amarelo) e *M. caesalpinifolia* (sabiá)

respectivamente apresentaram redução acentuada na matéria seca da parte aérea em plantas sob menor suprimento hídrico (25%CC).

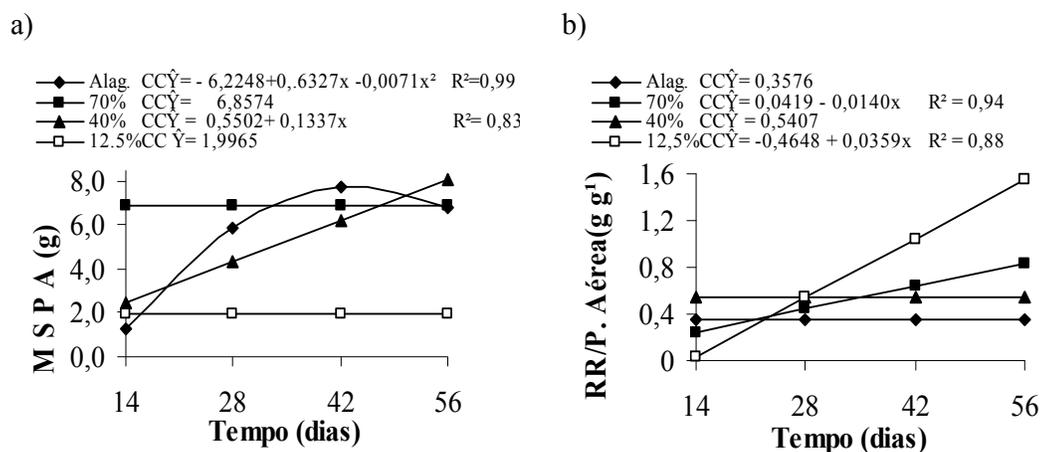


FIGURA 5: Massa seca da parte aérea (a) e relação raiz parte aérea das mudas de *Caesalpinia ferrea* em função de dias de tratamento e regimes hídricos.

Com relação a raiz/parte aérea, o regime hídrico de 12,5% CC foi superior aos demais tratamentos que não diferiram entre si (Figura 5b). Essa maior proporção entre raiz e parte aérea se deve ao fato da maior tuberosidade na raiz principal, menor altura da planta e menor peso da parte aérea. Resultados semelhantes também foram observados por Santiago et al. (2001) e Figueirôa et al. (2004) estudando *M. caesalpiniiifolia* (sabiá) e *M. urundeuva* (aroeira) sob 25% CC.

Com relação ao teor relativo de água (TRA) não foi verificado diferença significativa entre os regimes hídricos a que as plantas foram submetidas (Tabela. 1). Entretanto, observa-se um TRA maior sob alagamento e a 70% CC comparado com 40 e 12,5% CC.

Para outros índices fisiológicos como AFE, TAL, TCR e PEF não foi constatado diferenças entre os diferentes regimes hídricos ao longo do experimento, os quais apresentaram média de $174,58 \text{ g cm}^{-2}$; $0,0004 \text{ g cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$; $0,0160 \text{ g g}^{-1}$ e $0,0062 \text{ g cm}^{-2}$ respectivamente. Esses resultados encontrados para AFE podem indicar invariabilidade na densidade das células e/ ou na espessura das folhas.

Batista (2003) em pesquisa com *C. pachystarchya* em solo alagado e drenado também não verificou diferença significativa na TCR e AFE em plantas submetidas a

alagamento comparado ao solo drenado. De acordo com a autora, o alagamento não influenciou nem a taxa de crescimento relativo e tão pouco a área foliar específica

No que diz respeito à razão de peso foliar (Figura 6a), esse parâmetro apresentou diminuição gradativa no decorrer do tempo em todos os tratamentos, exceto em 70%CC.

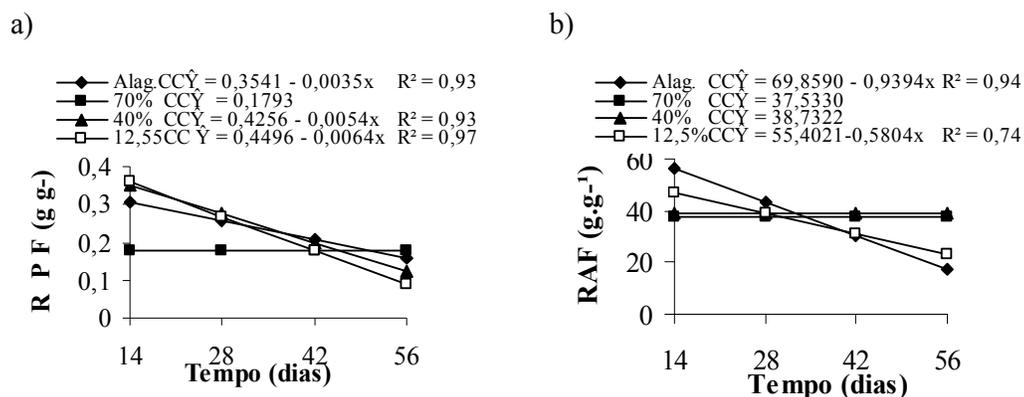


FIGURA 6 : Razão de peso foliar (a) e razão de área foliar das mudas de *Caesalpinia ferrea* em função de dias de tratamento e regimes hídricos.

De acordo com Benincasa (1988), a razão de peso foliar representa a proporção de material fotossintetizante em relação ao peso seco total das plantas, e apresenta um decréscimo contínuo com a idade, devido à biomassa não fotossintetizante.

As mudas de pau ferro apresentaram uma redução acentuada na RAF (figura 6b) em plantas crescidas sob alagamento e déficit hídrico (12,5%CC). Observou-se nas mudas sob alagamento que as folhas foram ficando amareladas e ocorreu aumento da abscisão.

Com relação ao teor de clorofila os melhores valores foram encontrados no tratamento 70% CC, seguido de 40 e 12,5%CC. Aos 28 e 35 dias apresentou 41% caindo em 10% até o final do experimento aos 56 dias de estresse (Figura. 7).

O menor teor de clorofila nas folhas das mudas cultivadas sob alagamento pode ser justificado pelo menor teor de nitrogênio nas folhas desse mesmo tratamento (Tabela 1). Na planta o nitrogênio atua como constituinte da clorofila e sua deficiência pode ocasionar a diminuição da mesma.

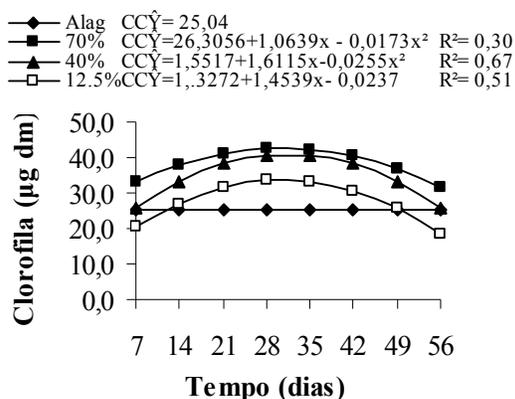


FIGURA 7: Teor médio de clorofila em mudas de *Caesalpinia ferrea* em função de dias de tratamento e regimes hídricos.

Observa-se na literatura que com a diminuição do teor O_2 , ocorrem restrições no metabolismo da planta em função da redução das atividades da enzima nitrato redutase (NR), prejudicando a absorção e o transporte de íons, tendo como consequência redução dos teores de nutrientes na parte aérea da planta, dentre eles o nitrogênio (DREW, 1999). Por outro lado, a baixa disponibilidade de água no solo também pode levar a deficiência de nitrogênio (Floss, 2006); Entretanto, o teor de nitrogênio nas folhas de plantas cultivadas com 12,5%cc foi maior que nos demais tratamentos. Outros fatores devem ter interferido no metabolismo da planta e na síntese de clorofila. Resultados semelhantes foram verificados por Dantas (2005) em pesquisa com *Azadirachta indica* A Juss (nim) em dois níveis de água onde as mudas apresentaram menor teor de N sob maior disponibilidade de água.

CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado e considerando os níveis de água no solo testados conclui-se que a melhor condição hídrica para a produção de mudas de pau ferro foi 70% da capacidade de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, C.U.N. **Estudo da tolerância de *Cecropia pachystachya* TREC (Cecropiaceae), a inundação.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina. p.36-37, 2003.
- BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. de. Eucalipto. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Editores). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5^a aproximação.** Viçosa, CFSEMG, 1999. p.303-304.
- BRADFORD, K.J.; YANG, S. F. Stress induced ethylene production in the ethylene-requiring tomato mutant diageotropica. **Plant. Physiological.**65:327-330, 1980.
- BRAGA, R. Plantas do Nordeste especialmente do Ceará. 3^a. ed. Mossoró: ESAM, 1976.540p.
- CABRAL, E.L. et al. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia  urea* (Marsh) Benth. & Hook. f. ex s. Moore submetida a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18 n 2, 2004.
- CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, 2004. Disponível em: <http://www.ihendrix.br/biologia/revista.htm>>. Acessado em: 02 jan. 2005
- DANTAS, J. S. **Absorção de N, P, K de três espécies florestais em relação ao estresse hídrico e adubação orgânica em dois solos do semi- rido da Paraíba. 2005.** Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, Paraíba, 48p.
- FERREIRA, M.G.M. et al. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista  rvore**, Viçosa, v. 1, n. 2, p.121-134, 1977.
- FERREIRA, J. N. et al. Crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae, Mimosoideae) sob inundação em diferentes níveis de luminosidade. **Revista brasileira de Botânica**, v.24, n.4, p.561-566, 2001 São Paulo, (suplemento).
- FIGUEI A, J. M.de. et al. Crescimento inicial de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasileira**, v.18, n.3 p.573-580. 2004.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está atrás do que se v .** 3^a ed. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2006. 751p.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. 1998. **Sementes Florestais: Colheita, Beneficiamento e Armazenamento.** Programa Florestal, Projeto Ibama/ PNUD/BRA, 27 p.
- KOZLOWSKI, T.T. **Responses of woody plants to flooding.** In *Flooding and plant growth.* (T.T. Kozlowski, ed.). Academic Press, San Diego, 1984.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima 2000. 531 p.

LOBO-FARIA, P.C. **Efeito do alagamento no crescimento e na capacidade fotossintética de cinco espécies arbóreas da mata de brejo da Reserva de Santa Genebra**. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

LORENZI, LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: ed. Plantarum, 2000. .

MEDRI, M. E. **Estudos sobre a tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi**, 1ª ed. Londrina, PR 133-172, 2002.

Official Methods of Analysis of AOAC International. 2005.

SANTIAGO, A. M. P.; NOGUEIRA, R. J. M. C. & LOPES, E. C.; Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpinifolia* BENTH cultivada sob estresse hídrico. **Revista Ecosistema** v.26, n.1, 2002.

SINCLAIR, T. R.; LUDLOW, M. M. Who taught plants thermodynamics. **The unfulfilled of plant water potential. Australian Journal of Plant Physiology**, East Melbourne, v. 12, p. 213-217, 1985.

SOUZA, P.B.L.; SANTANA, J.R.F. de; CREPALDI, I.C. Influência do fotoperíodo na germinação de pau ferro. In: Congresso Nacional de Botânica, 48, 1997, Crato.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.