

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL  
DE MUDAS DE *Hancornia speciosa* GOMES EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS, DISPONIBILIDADES HÍDRICAS E NÍVEIS DE  
LUZ**

**CARLA REGINA BAPTISTA GORDIN**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2011**

**EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE  
MUDAS DE *Hancornia speciosa* GOMES EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS, DISPONIBILIDADES HÍDRICAS E NÍVEIS DE LUZ**

CARLA REGINA BAPTISTA GORDIN  
Engenheira Agrônoma

Orientadora: Prof<sup>ta</sup>. Dr<sup>a</sup>. 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 a obtenção do título de Mestre.

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2011**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD**

634.44 Gordin, Carla Regina Baptista.  
G661e

Emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de *Hancornia speciosa* Gomes em diferentes substratos, disponibilidades hídricas e níveis de luz. / Carla Regina Baptista Gordin. – Dourados, MS : UFGD, 2011.

96p.

Orientadora: Profa. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Mangaba - Cultivo. 2. Mangabeira. 3. Frutas do Cerrado. I. Título.

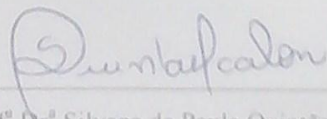
EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE  
*Hancornia speciosa* GOMES EM DIFERENTES SUBSTRATOS,  
DISPONIBILIDADES HÍDRICAS E NÍVEIS DE LUZ

Por

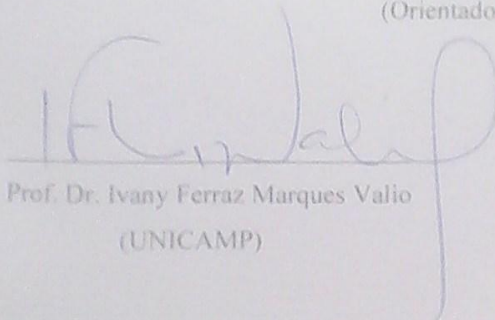
CARLA REGINA BAPTISTA GORDIN

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de  
MESTRE EM AGRONOMIA

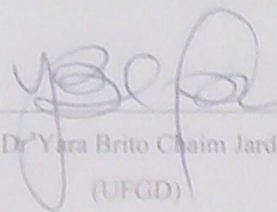
Aprovada em: 16/12/2011



Prof.ª Dr.ª Silvana de Paula Quintão Scalon  
(Orientadora – UFGD)



Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Valio  
(UNICAMP)



Prof.ª Dr.ª Yara Brito Chaim Jardim Rosa  
(UFGD)

*Aos meus queridos pais, **João Pedro** e **Sandra** e ao meu irmão **Renan**, pelo amor, confiança, incentivo e paciência.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A minha maior gratidão é direcionada Àquele que me deu a vida e me fez digna dessa conquista. À **Deus** devo tudo que sou e que tenho.

Ao meu namorado **Rodolpho Freire Marques**, pela dedicação, incentivo, pelos dias e noites dedicados à execução desse trabalho e, sobretudo, pelo companheirismo na vida e na profissão.

À minha professora e orientadora **Silvana de Paula Quintão Scalon**, pela confiança e amizade e cujo verdadeiro exemplo de Mestre me acompanhará por toda vida na lembrança e no coração.

Aos meus pais, João Pedro e Sandra e ao meu irmão Renan, pelo carinho e apoio constantes na minha caminhada.

Aos meus avôs Jodocy (*in memorian*) e Zaira Gordin e Edwards (*in memorian*) e Josefa dos Santos, pelas lições e orações.

Aos amigos que se fizeram presentes aliviando as horas difíceis e alegrando ainda mais os momentos felizes.

Aos professores Tathiana Elisa Masetto, Silvia Correa Santos, Ivany Valio e Yara Brito Chaim Jardim Rosa, pelas revisões e correções.

À FUNDECT e ao CNPq pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO GERAL.....	01
ABSTRACT.....	02
INTRODUÇÃO GERAL.....	03
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
CAPÍTULO I.....	15
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
CAPÍTULO II.....	60
RESUMO.....	61
ABSTRACT.....	62
INTRODUÇÃO.....	63
MATERIAL E MÉTODOS.....	65
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	89

## LISTA DE QUADROS

PÁGINA

### CAPÍTULO I

QUADRO 1. Análise química das amostras dos substratos testados para a emergência de plântulas e produção de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> Gomes). UFGD, Dourados, UFGD, 2011.....	21
---	----

### CAPÍTULO II

QUADRO 1. Análise química das amostras dos substratos testados para a emergência de plântulas e produção de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> Gomes). UFGD, Dourados, UFGD, 2011.....	66
QUADRO 2. Porcentagem de emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> Gomes) submetidas a diferentes substratos e níveis de luz. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	68



## LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
CAPÍTULO I	
FIGURA 1. Porcentagem de emergência (A), tempo médio de emergência (B) e índice de velocidade de emergência (C) de plântulas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	25
FIGURA 2. Sobrevivência de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	28
FIGURA 3. Altura de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	30
FIGURA 4. Diâmetro do coleto de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	33
FIGURA 5. Número de folhas de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	35
FIGURA 6. Número de folhas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes capacidades de retenção de água ou dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	35

FIGURA 7. Índice relativo de clorofila de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 011.....	37
FIGURA 8. Área foliar (A) e comprimento médio das raízes (B) de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	38
FIGURA 9. Transpiração (A), condutância estomática (B) e fotossíntese (C) de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos ou capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	41
FIGURA 10. Taxa de transpiração de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	42
FIGURA 11. Condutância estomática de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	43
FIGURA 12. Condutância estomática de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes capacidades de retenção de água (A) ou dias após a emergência (B). UFGD, Dourados, MS, 2011.....	43
FIGURA 13. Taxa fotossintética de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) Submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	44
FIGURA 14. Massa seca da parte aérea (A), massa seca das raízes (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água.	

UFGD, Dourados, MS, 2011.....	47
FIGURA 15. Atividade das enzimas superóxido dismutase (A), peroxidase (B) e catalase (C) na parte aérea de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	50
FIGURA 16. Atividade das enzimas superóxido dismutase (A), peroxidase (B) e catalase (C) no sistema radicular de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	51
 CAPÍTULO II	
FIGURA 1. Sobrevivência de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	71
FIGURA 2. Altura de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a Diferentes níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	72
FIGURA 3. Diâmetro do coleto de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	73
FIGURA 4. Número de folhas de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	74
FIGURA 5. Transpiração de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> )	

submetidas a diferentes sombreamentos e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	77
FIGURA 6. Transpiração de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes níveis de luz ou dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	78
FIGURA 7. Condutância estomática de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> Gomes) submetidas a diferentes níveis de luz ou substratos. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	79
FIGURA 8. Condutância estomática de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	80
FIGURA 9. Taxa fotossintética de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes substratos, níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	81
FIGURA 10. Massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (B) de mudas de mangabeira ( <i>Hancornia speciosa</i> ) submetidas a diferentes sombreamentos e substratos. UFGD, Dourados, MS, 2011.....	83

## LISTA DE ANEXOS

PÁGINA

- ANEXO A. Árvore (A), folhas (B), frutos e sementes (C) da mangabeira (*Hancornia speciosa*). UFGD, Dourados, MS, 2011.....90
- ANEXO B. Resumo da análise de variância das variáveis estudadas em função de diferentes substratos e capacidades de retenção de água para a emergência de plântulas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). UFGD, Dourados, MS, 2011.....91
- ANEXO C. Resumo da análise de variância das características morfológicas, taxas fotossintética e transpiratória e condutância estomática de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água, avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....92
- ANEXO D. Resumo da análise de variância das características morfológicas, índice de qualidade de Dickson e análises enzimáticas de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água, avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....93
- ANEXO E. Resumo da análise de variância das variáveis estudadas em função de diferentes substratos e níveis de luz para a emergência de plântulas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). UFGD, Dourados, MS, 2011.....94
- ANEXO F. Resumo da análise de variância das características morfológicas, taxas fotossintética e transpiratória e condutância estomática de mudas

de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e níveis de luz, avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....95

ANEXO G. Resumo da análise de variância das características morfológicas e índice de qualidade de Dickson de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e níveis de luz, avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.....96

## **Emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de *Hancornia speciosa* Gomes em diferentes substratos, disponibilidades hídricas e níveis de luz**

Autora: Carla Regina Baptista Gordin

Orientadora: Silvana de Paula Quintão Scalon

**RESUMO GERAL** - A mangabeira (*Hancornia speciosa*) é uma frutífera tropical promissora para a fruticultura nacional devido ao elevado teor proteico de seus frutos, que são muito apreciados para o consumo *in natura* e para a produção de doces, sucos e sorvetes. No entanto, as informações sobre a germinação das sementes e a produção das mudas dessa espécie ainda são incipientes. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar os substratos, disponibilidades hídricas e níveis de luz adequados para a emergência de plântulas e produção de mudas de mangabeira. No primeiro experimento as sementes foram depositadas em tubetes, contendo como substratos: solo natural da região de Dourados/MS (Latossolo Vermelho Distroférico – L), Latossolo + Areia (L+A) na proporção 1:1 (v:v); Latossolo + Bioplant® (L+B) na proporção 1:1 (v:v); Latossolo + Areia + Cama de Aviário (L+A+C<sub>1</sub>) na proporção 2:2:1 (v:v:v) e Latossolo + Areia + Cama de Aviário (L+A+C<sub>2</sub>) na proporção 2:4:1 (v:v:v). Para avaliar o efeito das disponibilidades hídricas, os substratos foram associados a 25, 50, 75 e 100% da capacidade de retenção de água (CRA). No segundo experimento as sementes foram depositadas em sacos de polietileno contendo como substratos apenas L, L+A e L+B e as embalagens foram mantidas em casas de vegetação com 30 e 70% de sombreamento e a pleno sol. Para a avaliação da emergência das plântulas, em ambos os experimentos, foram determinados a porcentagem, o índice de velocidade e o tempo médio de emergência de plântulas. As mudas foram avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência (DAE) por meio de características morfológicas e suas relações para determinação dos índices de qualidade das mudas, além da fotossíntese, transpiração e condutância estomática. No primeiro experimento ainda foram avaliadas as atividades das enzimas superóxido dismutase, peroxidase e catalase. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) e, em caso de significância, à análise de regressão ( $p < 0,05$ ), no primeiro experimento e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), no segundo experimento. Os substratos L+A, L+B e L podem ser recomendados para a emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de mangabeira nas disponibilidades hídricas de 75 a 100% e no sombreamento de 70%. Os substratos compostos por cama de aviário e as disponibilidades hídricas de 25 e 50% prejudicam o crescimento e a qualidade das mudas. As mudas desenvolvem-se a pleno sol ou em níveis de sombreamento de 30 e 70%. No entanto, as taxas transpiratória e fotossintética e a condutância estomática das mudas são maiores nos substratos sob sombreamento de 70%.

**Palavras-chave:** Cerrado, estresse hídrico, mangaba, sombreamento, produção de mudas.

## **Emergence and initial growth of *Hancornia speciosa* Gomes seedlings in different substrates, water availabilities and light levels**

Author: Carla Regina Baptista Gordin

Adviser: Silvana de Paula Quintão Scalon

**ABSTRACT** - Mangaba fruit (*Hancornia speciosa*) is a tropical fruit with economic promises for national fruit cultivation due to the high protein content of its fruits, that are very appreciated for *in natura* consumption and for production of candy, juices and ice creams. Although, the information about the seed germination and seedling production of this specie is still incipient. This way, this work aimed to evaluate substrates, water availabilities and light levels that are suitable to emergence and production of mangaba fruit seedlings. In the first experiment, seeds were deposited in tubes with the substrates: natural soil of the Dourados-MS region (Distroferric Red Latossol – L); Latossol + sand (L+ A) 1:1 proportion (v:v); Latossol + Bioplant® (L+B) 1:1 proportion; Latossol + Sand + broiler litter (L+A+C<sub>1</sub>) 2:2:1 proportion (v:v:v); and Latossol + Sand + broiler litter (L+A+C<sub>2</sub>) 2:4:1 proportion, associated to 25, 50, 75 and 100% of water retention capacity (CRA). In the second experiment, seeds were deposited in polyethylene sac with substrates L, L+A and L+B and they were kept in greenhouse with 30 and 70% of shading and at full sun. For evaluation of seedling emergence, in both experiments, percentage, emergence speed index and mean emergence time were determined. Seedlings were evaluated on 35, 70, 105 and 140 days after emergence (DAE) by surviving, number of leaves, height, average length of roots, stem diameter, chlorophyll index, leaf area, dry weight of aerial part and of roots, Dickson quality index, photosynthesis, transpiration and stomatal conductance. In the first experiment, the activities of superoxide dismutase, peroxidase and catalase enzymes in aerial part and in roots of seedlings were also evaluated. We used a completely randomized design with four replications of 25 seeds. The data were subjected to analysis of variance ( $p < 0.05$ ) and in case of significance, the regression analysis ( $p < 0.05$ ) in the first experiment and Tukey's test ( $p < 0.05$ ), second experiment. L+A, L+B and L substrates are recommended for seedling emergence and initial growth of mangaba fruit seedlings in 75 and 100% of water availability. Substrates that were compound with broiler litter and water availabilities of 25 and 50% damage growth and quality of seedlings. Mangaba seedlings develop at full sun or in 30 and 70% shading levels. However, transpiration and photosynthetic taxes and conductance of seedlings were higher in substrates under 70% of shading.

**Keywords:** Cerrado, water stress, mangaba, shading, seedling production.



## INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado está localizado basicamente no Planalto Central do Brasil e é o segundo maior bioma do país, em área, com aproximadamente 204,7 milhões de km<sup>2</sup> (IBGE, 2004), ocupando cerca de 23% do território nacional. Abrange como área contínua os Estados de Goiás, Tocantins e o Distrito Federal, parte dos estados da Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo e também ocorre em áreas disjuntas nos Estados do Pará e Paraná. Fora do Brasil ocupa áreas na Bolívia e Paraguai (SANO e ALMEIDA, 1998).

No Estado de Mato Grosso do Sul, o Cerrado é a formação vegetacional predominante, ocupando cerca de 61% do território. No entanto, grande parte dessas áreas já não possui mais a cobertura vegetal original, atualmente ocupada por paisagens antrópicas (LEHN et al., 2008). A expansão das fronteiras agrícolas, aliada ao baixo percentual de áreas protegidas por unidades de conservação de uso restrito, provocou uma redução drástica na área do Cerrado brasileiro, estimada em aproximadamente 37% da cobertura original (FELFILI et al., 2002).

A distribuição e a manutenção das diferentes fitofisionomias do Bioma Cerrado estão relacionadas com fatores edáficos e topográficos, além da ocorrência de fogo e perturbações antrópicas (MARIMON JÚNIOR e HARIDASAN, 2005). O cerrado *sensu stricto* é uma vegetação savânica composta por um estrato arbóreo-arbustivo e outro herbáceo-graminoso. O componente lenhoso apresenta sistema radicular que permite o acesso das plantas a camadas profundas do solo, com permanente disponibilidade de água, enquanto o componente herbáceo é formado por espécies perenes com órgãos subterrâneos bem desenvolvidos, tais como rizomas, bulbos e raízes tuberosas que garantem a sua sobrevivência durante o período seco e incêndio ocasional (ZAIDAN e CARREIRA, 2008). Este bioma é apontado como grande detentor de diversidade biológica, sendo a formação savânica com maior diversidade vegetal do mundo, especialmente quando se consideram as espécies lenhosas (GUARIM NETO e MORAIS, 2003).

Dentre as plantas do Cerrado, as espécies frutíferas ocupam lugar de destaque, pois existem em grande quantidade e variedade, sendo consideradas fontes de proteínas, fibras,

vitaminas, cálcio, fósforo e ácidos graxos (RAMOS et al., 2008). São algumas dezenas de espécies de diferentes famílias que produzem frutos comestíveis, com formas variadas, cores atrativas e sabor característico. Esses frutos são consumidos em diferentes formas pelas populações locais e constituem, ainda, uma importante fonte de alimentos para animais silvestres (CHAVES, 2006). Dentre elas a mangabeira (*Hancornia speciosa*) tem se destacado como uma das espécies com maior potencial para exploração dos seus frutos (SILVA JÚNIOR e LÉDO, 2006).

A mangabeira é uma frutífera tropical encontrada vegetando espontaneamente em várias regiões do país, desde o Cerrado da região Centro-Oeste até as regiões Norte, Nordeste e Sudeste, típica de solos ácidos e pobres em nutrientes (LORENZI, 2002; DIAS et al., 2009; COSTA et al., 2011; SANTOS et al., 2011). Seu nome foi dado por indígenas e na língua tupi-guarani significa “coisa boa de comer” (VIEIRA NETO et al., 2002). É agrupada botanicamente nos seguintes táxons, conforme classificação de Cronquist (1988): Reino Plantae, Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida, Subclasse Asteridae, Ordem Gentianales, Família Apocynaceae e Gênero *Hancornia*. Este gênero é considerado monotípico, sendo aceitas seis variedades botânicas (*H. speciosa* var. *speciosa* Gomes, *H. speciosa* var. *maximiliani* A. DC., *H. speciosa* var. *cuyabensis* Malme, *H. speciosa* var. *lundii* A. DC., *H. speciosa* var. *gardneri* (A. DC.) Muell. Arg. e *H. speciosa* var. *pubescens* (Nees. Et Martius) Muell. Arg.) (SILVA JÚNIOR e LÉDO, 2006).

A árvore tem porte médio, podendo atingir entre quatro e sete metros de altura, com folhas simples, alternas e opostas, de forma e tamanho variados, pilosas ou glabras e curto-pecioladas. As flores são hermafroditas, brancas, em forma de campânula alongada e a inflorescência é do tipo dicásio ou cimeira terminal com duas a cinco flores (ALMEIDA et al., 1998; SILVA JÚNIOR e LÉDO, 2006). Os frutos apresentam de dois a seis centímetros e são do tipo baga elipsóide ou esférica, de coloração esverdeada ou amarelada, com ou sem pigmentação vermelha. A polpa é branca, mole e fibrosa e recobre de duas a 15 sementes achatadas, de forma discóide irregular com hilo central, de sete a oito milímetros de diâmetro. Possui a testa fina, de coloração marrom-amarelada e o endosperma branco (LORENZI, 2002; SILVA JÚNIOR e LÉDO, 2006; SOARES JÚNIOR et al., 2008; SANTOS et al., 2010) (Anexo A).

A colheita dos frutos é iniciada normalmente em novembro ou dezembro e se estende até os meses de maio ou junho (VIEIRA NETO, 2002). A qualidade dos frutos colhidos depende das condições de desenvolvimento, as quais influenciam a vida útil pós-colheita. Colheitas realizadas antes de os frutos atingirem completa maturação fisiológica prejudicam o seu processo de amadurecimento, afetando a sua qualidade, enquanto a mangaba madura é extremamente perecível devido à casca fina e elevado conteúdo de polpa, sendo suscetível a danos mecânicos durante a colheita, transporte e manuseio, o que representa um sério obstáculo para a sua comercialização (CARNELOSSI et al., 2004; SOARES JÚNIOR et al., 2008).

Todas as partes da mangabeira produzem um látex branco ou róseo-pálido que pode ser explorado na produção de borracha, na medicina popular (que na região dos Cerrados é empregado no tratamento de tuberculose e verrugas) e na impermeabilização de tecidos e confecção de bolsas (BARROS et al., 2010; SILVA et al., 2011). A árvore também pode ser usada como lenha e no reflorestamento de áreas degradadas ou de baixa capacidade de uso (ANJOS et al., 2009). No entanto, os frutos são seu principal produto, sendo extremamente apreciados, de boa digestibilidade e alto valor nutricional. São ricos em nitrogênio, fósforo, vitamina C, lipídeos e com teor de proteínas entre 1,3 a 3%, sendo consumidos *in natura* e utilizados na fabricação de refrescos, sorvetes, doces secos, compotas, xaropes e no preparo de vinho e vinagre (PINHEIRO et al., 2001; CARNELOSSI et al., 2009; BARROS et al., 2010). Em virtude dessas características a mangabeira é considerada uma espécie promissora para a fruticultura nacional (LOBO et al., 2008).

A propagação dessa espécie por métodos tradicionais tem sido dificultada pelo fato de suas sementes serem recalcitrantes, ou seja, não suportam dessecação e perdem rapidamente a viabilidade assim que são retiradas do fruto (SANTOS et al., 2010). De acordo com Oliveira e Valio (1992), o requerimento de maior teor de água nessas sementes ocorre para manter sua viabilidade, que normalmente é curta. Outro fator de dificuldade é a ação inibitória da polpa do fruto sobre a germinação das sementes (GRIGOLETTO, 1997). Além disso, por ser alógama, sua propagação por via sexuada resulta em elevado grau de variabilidade de inúmeras características de importância econômica (SOARES et al., 2011).

Segundo Pereira et al. (2006), na propagação vegetativa de mudas de mangabeira a enxertia foi o método primeiramente preconizado por Aguiar Filho et al. (1998), que

verificaram a tendência de maior índice de pegamento dos enxertos feitos por borbulhia em relação aos de garfagem. Também de acordo com Pereira et al. (2006), a enxertia de mangabeira por borbulhia também foi relatada por Lederman et al. (2000) e Manica (2002), enquanto o método de garfagem à inglesa simples foi indicado por Silva et al. (2001). Sendo assim, a produção dessa cultura é feita basicamente via extrativismo, havendo poucos pomares organizados ou implantados para a exploração tecnificada. Com isso, seu cultivo extensivo ainda não está completamente estabelecido e a exploração comercial, por sua vez, depende da produção de mudas sadias que se estabeleçam em viveiros (LOBO et al., 2008; ANJOS et al., 2009; SILVA et al., 2009).

No Brasil, especialmente no Nordeste e Centro-Oeste, verifica-se uma enorme carência de oferta de mudas produzidas com tecnologia que garanta a qualidade genética e fitossanitária e, conseqüentemente, assegure o fortalecimento econômico da exploração e atenda às exigências dos mercados consumidores (NIETSCHE et al., 2004). Uma etapa essencial para a produção de mudas é a escolha do substrato adequado. Outros fatores, como a disponibilidade hídrica e a intensidade luminosa, normalmente também estão associados à germinação e às respostas de crescimento das mudas.

O substrato é um dos fatores externos que influenciam tanto a germinação das sementes quanto o desenvolvimento das plantas, servindo de suporte para as mesmas durante o enraizamento e para o fornecimento de nutrientes (TONIN e PEREZ, 2006; ZIETEMANN e ROBERTO, 2007). Dessa forma, deve ter a capacidade de reter água suficiente, de forma a assegurar o suprimento de umidade para as sementes; ter uma estrutura aberta e porosa, permitindo boa aeração; e ser isento de fungos e bactérias que possam interferir no crescimento das plantas (BRASIL, 2009).

Embora o substrato possa ser um único material, dificilmente será encontrado um que suprirá todas as exigências nutricionais necessárias ao bom desenvolvimento da planta. Por essa razão, os substratos são compostos de uma mistura de dois ou mais materiais e quando não suprem todas as necessidades nutricionais das mudas faz-se necessária a fertilização complementar com os nutrientes deficientes na sua composição (KÄMPF, 2000; NOMURA et al., 2008). Várias misturas de substratos podem ser sugeridas para a produção de mudas, sendo as mais comuns o solo com esterco de curral em diferentes proporções, acrescido ou não de areia. Também podem ser utilizados: húmus, casca de arroz carbonizada,

cama de aviário, palha de café, carvão vegetal, fibra de coco e substrato comercial. Entretanto, a escolha do melhor substrato deve basear-se também na disponibilidade e custo (PEREIRA et al., 2010).

Os recursos hídricos estão se tornando cada vez mais escassos, requerendo estudos criteriosos voltados para a racionalização e o uso mais eficiente da água. Assim, a caracterização do estresse hídrico tem se tornado um tema importante para programar a irrigação e selecionar genótipos mais resistentes ao déficit hídrico (GOMIDE et al., 2005).

A água é fator limitante para a germinação de sementes não-dormentes, afetando a porcentagem, a velocidade e a uniformidade do processo. Para tanto está associada à mobilização de reservas e à liberação de energia através da respiração, incentivando também a atividade de enzimas e de reguladores de crescimento (MARCOS FILHO, 2005). Assim, o conhecimento sobre como o estresse hídrico interfere na germinação tem importância especial para a ecofisiologia, na avaliação dos limites de tolerância e capacidade de adaptação das espécies (BELLO et al., 2008).

Nas plantas, a perda do turgor devido ao estresse hídrico provoca o fechamento estomático, a redução da fotossíntese e da respiração e a interferência em muitos processos metabólicos básicos, sendo que sob desidratação intensa ocorre desorganização do protoplasma e a morte da maioria dos organismos (KERBAUY, 2004; TAIZ e ZIEGER, 2009). Ambientes secos podem estimular reações adaptativas que capacitem as plantas a sobreviverem em períodos prolongados de déficit hídrico. Entre essas estratégias pode-se citar: mediação do estresse através de um curto ciclo de desenvolvimento, por exemplo; evitar o déficit hídrico, através da redução da transpiração ou do aumento da absorção de água; manter o crescimento sob estresse hídrico; ou, ainda, resistir o severo déficit através de mecanismos de sobrevivência, como a redução da área foliar e a acentuação do crescimento das raízes (TARDIEU, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2009).

A luz, segundo Marcos Filho (2005), não é um fator imprescindível para a germinação de sementes não dormentes, mas a sua presença pode contribuir para atenuar problemas causados pelo baixo potencial de água no solo e os efeitos de temperaturas superiores à ótima. A luz é necessária para a germinação de sementes das espécies chamadas fotoblásticas positivas, enquanto as fotoblásticas negativas germinam melhor quando há limitação de luz, existindo ainda, as indiferentes, que não apresentam sensibilidade à luz,

sendo que sua quantidade e qualidade são duas características importantes que podem regular a germinação das sementes de muitas espécies de plantas (LOPES et al., 2005; DOBARRO et al., 2010). O fitocromo é o sensor fisiológico da luz nas sementes, estimulando ou inibindo a germinação de acordo com o nível de radiação da luz vermelha ou vermelho-distante. Geralmente, a luz com altos níveis de vermelho-distante inibe a germinação, enquanto a luz com altos níveis de luz vermelha estimula a germinação (BARROS et al., 2005; DISSANAYAKE et al., 2010).

A disponibilidade de luz é um fator que influencia o desenvolvimento das plantas em ambientes florestais e em função da resposta das plantas a esse fator, as espécies podem ser agrupadas em dois grandes grupos: espécies pioneiras ou heliófitas que requerem radiação solar direta para a germinação e o crescimento satisfatório de suas plântulas e espécies clímax ou umbrófilas, que são tolerantes ao sombreamento inicial, podendo germinar, sobreviver e desenvolver-se sob dossel fechado, com pouca luz (RAMOS et al., 2004). Entretanto, entre estes dois extremos, há um grande número de espécies, ocupando estádios intermediários na sucessão, sendo que as espécies secundárias iniciais desenvolvem-se em locais semi-abertos, aceitando sombreamento parcial e as espécies secundárias tardias desenvolvem-se exclusivamente em sub-bosque, em áreas permanentemente sombreadas (DUZ et al., 2004; LIMA JÚNIOR et al., 2005).

Modificações nos níveis de luminosidade a que uma espécie está adaptada pode acarretar diferentes respostas em suas características fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento (CARVALHO et al., 2006). Em geral, as plantas desenvolvem “folhas de sol” e “de sombra”, quando aclimatadas a diferentes níveis de luminosidade (MATOS et al., 2009). Assim, a eficiência no crescimento da planta pode ser relacionada à habilidade de adaptação de plântulas às condições luminosas do ambiente (SILVA et al., 2007). De acordo com Braun et al. (2007) essa adaptação depende do ajuste do aparelho fotossintético das plantas, utilizando eficientemente a luminosidade ambiental, ocorrendo uma adaptação da mesma que pode ser observada através do seu crescimento global.

O sombreamento artificial é uma técnica que visa reduzir a ação danosa dos raios solares, principalmente em períodos com alta disponibilidade energética, assim como contribui para amenizar a temperatura do tecido vegetal (CARON et al., 2010). A capacidade das mudas crescerem rapidamente quando sombreadas é um mecanismo importante de adaptação da

espécie, sendo uma valiosa estratégia para escapar às condições de baixa intensidade luminosa (SIEBENEICHLER et al., 2008). Em contrapartida, em condição de maior luminosidade, mudanças como o aumento da espessura e redução da área foliar, aumento da densidade estomática, maior alocação de biomassa para as raízes e variação na altura do caule e orientação das folhas são frequentemente observadas (DUZ et al., 2004; CARVALHO et al., 2006).

Embora com inquestionável valor econômico, os conhecimentos capazes de contribuir para o maior desenvolvimento da cultura da mangabeira ainda são incipientes, sendo o extrativismo a maior forma de exploração dessa fruteira nativa, o que limita o aproveitamento de todas as suas potencialidades (FRÁGUAS et al., 2009; BARROS et al., 2010; SANTOS et al., 2010). Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho determinar os melhores substratos, disponibilidades hídricas e níveis de luz para a emergência e crescimento inicial de mudas de *Hancornia speciosa* Gomes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464p.
- ANJOS, J. R. N.; CHARCHAR, M. J. D.; LEITE, R. D.; SILVA, M. S. Levantamento e patogenicidade de fungos associados às sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) no Cerrado do Brasil Central. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 911-915, 2009.
- BARROS, S. S. U.; SILVA, A.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'alho) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 4, p. 727-733, 2005.
- BARROS, D. I.; BRUNO, R. L. A.; NUNES, H. V.; MENDONÇA, R. M. N.; PEREIRA, W. E. Comportamento fisiológico de sementes de mangaba submetidas à dessecação. **Revista Acta Tecnológica**, v. 5, n. 1, p. 17-31, 2010.
- BELLO, E. P. B. C. S.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; GUIMARÃES, S. C.; MENDONÇA, E. A. F. Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 16-24, 2008.
- BRAUN, H.; ZONTA, J. H.; LIMA J. S. S.; REIS, E. F. Produção de mudas de café 'conilon' propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. **Idesia**, v. 25, n. 3, p. 85-91, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p., 2009.
- CARNELOSSI, M. A. G.; TOLEDO, W. F. F.; SOUZA, D. C. L.; LIRA, M. L.; SILVA, G. F.; JALALI, V. R. R.; VIÉGAS, P. R. A. Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, 2004.
- CARNELOSSI, M. A. G.; SENA, H. C.; NARAIN, N.; YAGUIU, P.; SILVA, G. F. Physico-chemical quality changes in mangaba (*Hancornia speciosa gomes*) fruit stored at different temperatures. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 4, p. 985-990, 2009.
- CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; CANTARELLI, E. B.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. R.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.



CHAVES, L. J. Recursos genéticos do Cerrado. In: SILVA JÚNIOR, J. F.; LÉDO, A. S. (Eds.). **A cultura da mangaba**. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 253 p.

COSTA, T. S.; SILVA, A. V. C.; LÉDO, A. S.; SANTOS, A. R. F.; SILVA JÚNIOR, J. F. Diversidade genética de acessos do banco de germoplasma de mangaba em Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 5, p. 1089-1096, 2011.

DIAS, T. J.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F.; SOUSA, V. F.; SOUZA, V. A. B. Mangabeira seedling mineral nutrition cultivated in substrates containing coconut fiber and fertilized with phosphorus. **Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 191-201, 2009.

DISSANAYAKE, P., GEORGE, D.L., GUPTA, M.L. Effect of light, gibberellic acid and abscisic acid on germination of guayule (*Parthenium argentatum* Gray) seed. **Industrial Crops and Products**, v. 32, p. 111–117, 2010.

DOBARRO, I.; VALLADARES, F.; PECO, B. Light quality and not quantity segregates germination of grazing increasers from decreaseers in Mediterranean grasslands. **Acta Oecologica**, v. 36, p. 74-79, 2010.

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**, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.

FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E. JÚNIOR, M. C. S.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. C. Composição florística e fitossociologia de um cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 1, p. 103-112, 2002.

FRÁGUAS, C. B.; VILLA, F.; LIMA, G. P. P. Avaliação da aplicação exógena de poliaminas no crescimento de calos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1206-1210, 2009.

GRIGOLETTO, E.R. Micropropagação de *Hancornia speciosa* Gómez (mangabeira). 1997. 68p. **Dissertação** (Mestrado), Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

GUARIM NETO, G., MORAIS, R. G. Recursos medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta Botânica Brasílica**, v. 17, n. 4, p. 561-584, 2003.

GOMIDE, R. L.; DURÃES, F. O. M.; KOBAYASHI, M. K.; MACHADO, R. A. F. Caracterização de estresse hídrico de duas linhagens de milho (*Zea mays* L.) com sondas de fluxo de seiva. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 3, p. 344-354, 2005.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2004. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas\_murais/biomas.pdf>. Acesso em: 04 out. 2011.

KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000, 312 p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

LEHN, C. R.; ALVES, F. M.; DAMASCENO JÚNIOR, G. A. Florística e fitossociologia de uma área de Cerrado *Sensu stricto* na região da borda oeste do Pantanal, Corumbá, MS, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, n. 59, p. 129-142, 2008.

LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1092-1097, 2005.

LOBO, F. A.; CAMPELO JUNIOR, J. H.; RODRIGUEZ-ORTÍZ, C. E.; LUCENA, I. C.; VOURLITIS, G. L. Leaf and fruiting phenology and gas exchange of Mangabeira in response to irrigation. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 1, 2008.

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; MARTINS FILHO, S.; REPOSSI, P. A. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bertalha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p.18-24, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368 p.

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

MARIMON JÚNIOR, B. H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 4, p. 913-926, 2005.

MATOS, F. S.; MOREIRA, C. V.; MISSIO, R. F.; DIAS, L. A. S. Caracterização fisiológica de mudas de *Jatropha curcas* L. produzidas em diferentes níveis de irradiância. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v. 3, n. 1, p. 126-134, 2009.

NIETSCH, S.; GONÇALVES, V. D.; PEREIRA, M. C. T.; SANTOS, F. A.; ABREU, S. M.; MOTA, W. F. Tamanho da semente e substratos na germinação e crescimento inicial de mudas de cagaiteira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1321-1325, 2004.

NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; GARCIA, V. A.; RODRIGUES, D. S. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicão, em diferentes substratos e fontes de fertilizante. **Acta Scientia Agrônômica**, v. 30, n. 3, p. 359-363, 2008.

OLIVEIRA, L. M. Q.; VALIO, I. F. M.; Effects of moisture content on germination of seeds of *Hancornia speciosa* Gom. (Apocynaceae). **Annals of Botany**, v. 69, p. 1-5, 1992.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; ARAÚJO, I. A.; JUNQUEIRA, N. T. V. Propagação por enxertia. In: SILVA JÚNIOR, J. F.; LÉDO, A. S. (Eds.). **A cultura da mangaba**. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 253 p.

PEREIRA, P. C.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; FREITAS, C. J. P. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de matéria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde**, v. 5, n. 3, p. 152-159, 2010.

PINHEIRO, C.S.R.; MEDEIROS, D.N.; MACÊDO, E.C.; ALLOUFA, M.A.I. Germinação in vitro de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) em diferentes meios de cultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 413-416, 2001.

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

RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; HIANE, P. A.; BRAGA NETO, J. A.; SIQUEIRA, E. M. A. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acromia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Supl. 28, p. 90-94, 2008.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998, 556 p.

SANTOS, P. C. G. S.; ALVES, E. U.; GUEDES, R. S.; SILVA, K. B.; CARDOSO, E. A.; LIMA, C. R. Qualidade de sementes de *Hancornia speciosa* Gomes em função do tempo de secagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 343-352, 2010.

SANTOS, M. C.; LÉDO, A. S.; LÉDO, C. A. S.; SOUZA, F. V. D.; SILVA JÚNIOR, J. F. Efeito da sacarose e do sorbitol na conservação *in vitro* de segmentos nodais de mangabeira. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 735-741, 2011.

SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; ADORIAN, G. C.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, E. A.; MARUYAMA, W. I.; OLIVEIRA, A. C.; BARDIVIESSO, D. M. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 925-929, 2009.

SILVA, E. A.; OLIVEIRA, A. C.; MENDONÇA, V.; SOARES, F. M. Substratos na produção de mudas de mangabeira em tubetes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 279-285, 2011.

SILVA JÚNIOR, J. F.; LÉDO, A. S. (Eds.). **A cultura da mangaba**. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. 253 p.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; ALVARENGA, A. A.; NERY, F. C.; VARGAS, D. P.; SILVA, D. R. G. Taxa de multiplicação e efeito residual de diferentes fontes de citocinina no cultivo *in vitro* de *Hancornia speciosa* Gomes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 152-157, 2011.

SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; VERA, R.; SOUZA, A. G. Conservação pós-colheita de mangaba sob refrigeração e modificação da atmosfera de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 78-86, 2008.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.
- TARDIEU, F. Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress. **Comptes Rendus Geoscience**, v. 337, n. 1, p. 57-67, 2005.
- TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.
- VIEIRA NETO, R. D.; CINTRA, F. L. D.; LEDO, A. S.; SILVA JÚNIOR, J. F.; COSTA, J. L. S.; SILVA, A. A. G.; CUENCA, M. A. G. **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 22 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 02).
- ZAIDAN, L. B. P.; CARREIRA, R. C. Seed germination in Cerrado species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 3, p. 167-181, 2008.
- ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007.

## **CAPÍTULO I**

### **EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Hancornia speciosa* GOMES EM DIFERENTES SUBSTRATOS E DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

## **Emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de *Hancornia speciosa* Gomes em diferentes substratos e disponibilidades hídricas**

Autora: Carla Regina Baptista Gordin

Orientadora: Silvana de Paula Quintão Scalon

**RESUMO** - A mangabeira (*Hancornia speciosa*) é uma frutífera tropical promissora para a fruticultura nacional devido ao elevado teor proteico de seus frutos. No entanto, existem poucas informações sobre o sistema de produção dessa espécie, necessitando-se de informações referentes à germinação de suas sementes e ao crescimento inicial de mudas. Objetivou-se com esse trabalho avaliar os substratos e disponibilidades hídricas adequados para a emergência de plântulas e produção de mudas de mangabeira. As sementes foram depositadas em tubetes, contendo como substratos: solo natural da região de Dourados/MS (Latossolo Vermelho Distroférico - L), Latossolo + Areia (L+A) na proporção 1:1 (v:v); Latossolo + Bioplant<sup>®</sup> (L+B) na proporção 1:1 (v:v); Latossolo + Areia + Cama de Aviário (L+A+C<sub>1</sub>) na proporção 2:2:1 (v:v:v) e Latossolo + Areia + Cama de Aviário (L+A+C<sub>2</sub>) na proporção 2:4:1 (v:v:v), associados às capacidades de retenção de água (CRA) de 25, 50, 75 e 100%. Para a avaliação da emergência das plântulas foram determinados a porcentagem, o índice de velocidade e o tempo médio de emergência. As mudas foram avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência (DAE) por meio da sobrevivência, número de folhas, altura, comprimento médio das raízes, diâmetro do coleto, índice de clorofila, área foliar, massas secas da parte aérea e das raízes, índice de qualidade de Dickson, fotossíntese, transpiração, condutância estomática e atividade das enzimas superóxido dismutase, peroxidase e catalase. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes e os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão a 5% de probabilidade. Os substratos L+A, L+B e L podem ser recomendados para a emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de mangabeira nas disponibilidades hídricas de 75 a 100%. Os substratos constituídos por cama de aviário e as disponibilidades hídricas de 25 e 50% prejudicam o crescimento e a qualidade das mudas de mangabeira.

**Palavras-chave:** Cerrado, estresse hídrico, mangaba, produção de mudas.

## **Emergence and initial growth of *Hancornia speciosa* Gomes seedlings in different substrates and water availabilities**

Author: Carla Regina Baptista Gordin

Adviser: Silvana de Paula Quintão Scalon

**ABSTRACT** - Mangaba fruit (*Hancornia speciosa*) is a tropical fruit with economic promises for national fruit cultivation due to the high protein content of its fruits. Although, there are little information about the production system of this specie, this way, it is necessary information on seed germination and initial growth. The aim of this work was to evaluate substrates and water availability that are suitable to emergence and production of mangaba fruit seedlings. Seeds were deposited in tubes with the substrates: natural soil of the Dourados-MS region (Distroferric Red Latossol – L); Latossol + sand (L+A) 1:1 proportion (v:v); Latossol + Bioplant® (L+B) 1:1 proportion; Latossol + Sand + broiler litter (L+A+C<sub>1</sub>) 2:2:1 proportion (v:v:v); and Latossol + Sand + broiler litter (L+A+C<sub>2</sub>) 2:4:1 proportion, associated to water retention capacity (CRA) of 25, 50, 75 and 100%. For evaluation of seedling emergence, percentage, emergence speed index and mean emergence time of seedling were determined. Seedlings were evaluated on 35, 70, 105 and 140 days after emergence (DAE) by surviving, number of leaves, height, average length of roots, stem diameter, chlorophyll index, leaf area, dry weight of aerial part and of roots, Dickson quality index, photosynthesis, transpiration and stomatal conductance and activities of superoxide dismutase, peroxidase and catalase enzymes. We used a completely randomized design with four replications of 25 seeds and the data were subjected to analysis of variance and regression at 5% probability. L+A, L+B and L substrates are recommended for seedling emergence and initial growth of mangaba fruit seedling in 75 and 100% of water availability. Substrates that were compound with broiler litter and water availabilities of 25 and 50% damage growth and quality of seedlings.

**Keywords:** Cerrado, water stress, mangaba fruit, seedling production.

## INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes - Apocynaceae) é uma frutífera tropical, nativa do Brasil, encontrada espontaneamente em várias regiões do país, desde o Cerrado da região Centro-Oeste até as regiões Norte e Nordeste (SANTOS et al., 2011). Produz frutos comestíveis, que podem ser consumidos *in natura* ou utilizados na industrialização de sucos, doces e sorvetes, despertando interesse nos setores agroindustrial e farmacêutico (DIAS et al., 2010; SOARES et al., 2011). É considerada uma espécie promissora para a fruticultura nacional devido ao elevado teor proteico de seus frutos, entretanto, sua exploração é realizada basicamente de forma extrativista (LOBO et al., 2008).

O cultivo de uma espécie nativa depende dos conhecimentos técnicos a respeito da propagação e do comportamento da mesma com relação às variações ambientais. No entanto, esses conhecimentos são incipientes, principalmente aqueles ligados aos parâmetros fisiológicos frente às situações adversas (NOGUEIRA et al., 2003). Dentre os fatores de importância para a produção de mudas de espécies nativas destacam-se o substrato e a disponibilidade hídrica.

O substrato tem a função de sustentação para as plantas durante o enraizamento e de fornecimento de nutrientes, influenciando tanto a germinação das sementes quanto o desenvolvimento das plantas, devido à variação das propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo (TONIN e PEREZ, 2006; ZIETEMANN e ROBERTO, 2007; SILVA et al., 2011). As características de estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de contaminação por patógenos, dentre outras, variam de acordo com o material utilizado para a composição do substrato, o que demonstra a importância da escolha de sua formulação ideal (SILVA et al., 2011).

A água tem importância fundamental na ativação de diferentes processos metabólicos que culminam com a germinação das sementes (ÁVILA et al., 2007). A medida que o teor de água do solo ou do substrato diminui, verifica-se inicialmente a redução da velocidade de germinação e restrições mais severas passam a prejudicar a porcentagem de germinação (MARCOS FILHO, 2005; ÁVILA et al., 2007; MARAGHNI et al., 2010).



Segundo Marcos Filho (2005), o excesso de água no solo também prejudica a germinação das sementes, devido a restrições à aeração.

Durante as condições de estresse hídrico ocorre uma série de eventos nocivos na planta, cujo número e gravidade aumentam com a intensidade e a duração do mesmo (PORPORATO et al., 2001). O déficit hídrico reduz a expansão celular e pode afetar o processo de divisão celular, interferindo no desenvolvimento das plantas. Na maioria das vezes ocorre a diminuição do potencial hídrico da folha, que induz o fechamento estomático, resultando na redução das trocas gasosas e, conseqüentemente, na produção de biomassa (GINDABA et al., 2004; KUNZ et al., 2007). O crescimento e o desenvolvimento das plantas também são reduzidos em ambientes com excesso de água no solo, que causa a respiração anaeróbia das raízes, produzindo o ácido láctico e o etanol, causadores da morte das células radiculares por acidose. Com isso, há menor crescimento radicular e menor absorção de água e nutrientes (FLOSS, 2008).

O grau e o mecanismo de tolerância ao estresse hídrico variam de espécie para espécie e o desempenho da planta no campo é frequentemente controlado pela interação de múltiplos fatores. Dessa forma, as investigações sobre restrição hídrica poderiam proporcionar uma visão sobre como as diferentes espécies vegetais respondem ao estresse hídrico em condições de campo (GINDABA et al., 2004).

Considerando que a disponibilidade de água é geralmente um dos principais fatores que determinam a produtividade das espécies, que o substrato tem influência direta na germinação e no crescimento inicial de mudas e que há carência de informações referentes à produção de mudas de espécies nativas do Cerrado, objetivou-se avaliar os substratos e disponibilidades hídricas adequados para a emergência e produção de mudas de mangabeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), entre o quarto trimestre de 2010 e o segundo trimestre de 2011, em casa de vegetação revestida de Sombrite® com redução da luminosidade em 70% e com cobertura plástica de baixa densidade instalada para evitar o contato dos tubetes com a água da chuva. Durante o período experimental a temperatura e umidade relativa médias foram de 24,1 °C e 75,2%, respectivamente.

Os frutos de mangabeira (*H. speciosa* Gomes) utilizados foram coletados no início do amadurecimento, a partir de 15 matrizes previamente selecionadas e georreferenciadas, em vegetação remanescente de Cerrado, no município de Nova Alvorada do Sul, localizado a latitude 21°27'S, longitude 54°23'W e 407 metros de altitude. Posteriormente, foram levados ao Laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas da UFGD, onde foram selecionados quanto à integridade e despolidos manualmente. As sementes foram lavadas em água corrente para a eliminação dos resíduos de polpa e secas superficialmente sobre folhas de papel toalha. Foi determinado o grau de umidade pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 17 horas (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 20 sementes. Os resultados foram calculados com base no peso das sementes úmidas e foram expressos em porcentagem, observando-se grau de umidade inicial de 52,1%.

A semeadura foi realizada em tubetes de polietileno de 50 x 190 mm com capacidade para 500 gramas, utilizando-se como substratos: solo natural da região de Dourados/MS (Latossolo Vermelho Distroférrico – L), Latossolo + Areia (L+A) na proporção 1:1 (v:v); Latossolo + Bioplant® (L+B) na proporção 1:1 (v:v); Latossolo + Areia + Cama de Aviário Semidecomposta (L+A+C<sub>1</sub>) na proporção 2:2:1 (v:v:v) e Latossolo + Areia + Cama de Aviário Semidecomposta (L+A+C<sub>2</sub>) na proporção 2:4:1 (v:v:v), cujas análises químicas podem ser observadas no Quadro 1. Todos os substratos foram secos ao ar livre e passados através de peneira de 2 mm de malha antes das misturas das frações.

**QUADRO 1.** Análise química das amostras dos substratos testados para a emergência de plântulas e produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). UFGD, Dourados, MS, 2011

Substrato	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%
L	4,3	1,58	0,7	1,9	0,7	2,5	27,1	5,2	51,8
L+A	4,4	0,58	0,3	1,4	0,6	1,8	19,9	3,8	52,0
L+B	5,2	51,0	39,3	10,5	5,6	7,8	199,3	27,8	71,9
L+A+C <sub>1</sub>	6,5	230,9	30,1	2,9	2,6	1,5	85,4	10,0	84,9
L+A+C <sub>2</sub>	6,6	214,5	28,6	2,6	2,1	1,5	75,7	9,1	83,7

pH em CaCl<sub>2</sub> – pH em solução centimolar de cloreto de cálcio; P – Fósforo extraído do solo por meio de Mehlich; K – Potássio, formas trocáveis; Ca – Cálcio, formas trocáveis; Mg – Magnésio, formas trocáveis; H + Al – Acidez potencial; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de troca de cátions; V% - Índice de saturação por bases.

Para avaliar o efeito de diferentes disponibilidades hídricas, a capacidade de retenção de água (CRA) de 100% foi determinada para cada substrato por meio do conteúdo de água retida após o escoamento (SOUZA et al., 2000) e as CRA de 25, 50 e 75%, foram obtidas por meio de regra de três simples. Em seguida, todos os tubetes foram pesados e a irrigação individualizada dos mesmos foi realizada a cada dois dias, com água de torneira em quantidade suficiente para atingir o peso pré-estabelecido para cada tratamento.

O experimento teve duração de 180 dias e para a avaliação da emergência de plântulas as contagens foram realizadas diariamente durante 40 dias, determinando-se a **porcentagem de emergência** e o **tempo médio (TME)** e o **índice de velocidade de emergência (IVE)**, de acordo com Edmond e Drapalla (1958) e Maguire (1962), descritos por Ranal e Santana (2006).

Parte das características morfológicas foram avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência (DAE), utilizando-se duas mudas representativas de cada repetição. Obteve-se o registro de **sobrevivência de mudas**, levando-se em consideração o número de plantas sobreviventes a cada avaliação; **altura**, obtida por meio de régua graduada e expressa em centímetros; **diâmetro do coleto**, com auxílio de paquímetro digital de precisão (0,001 mm); **número de folhas**, contando-se o número total de folhas por planta; **índice relativo de**

**clorofila**, efetuado por meio do clorofilômetro SPAD 502 e **fotossíntese, transpiração e condutância estomática** das mudas por meio do aparelho medidor de Fotossíntese Analyser LCI, utilizando-se duas folhas intermediárias das mudas representantes de cada repetição.

Aos 140 DAE as mudas foram retiradas do substrato e lavadas em água corrente para avaliação do **comprimento médio das raízes**, obtido por meio de régua graduada e expresso em centímetros; **área foliar**, utilizando o aparelho Area meter 3100; **massas secas da parte aérea e das raízes**, após secagem do material vegetal em estufa com renovação de ar regulada a 65 °C por 72 horas e pesagem em balança analítica de precisão, cujos resultados foram expressos em gramas; e **índice de qualidade de Dickson** obtido pela fórmula: IQD = massa seca total/(relação altura da parte aérea e diâmetro do colo + relação massa seca da parte aérea e massa seca das raízes) (DICKSON et al., 1960).

Para estudo dos possíveis sinais de estresse determinou-se a atividade das enzimas **peroxidase (POX)**, **catalase (CAT)** e **superóxido dismutase (SOD)** por meio de extratos obtidos da homogeneização de 1 g de folhas ou raízes de cada tratamento, fragmentadas em almofariz, inicialmente na presença de nitrogênio líquido. Em seguida adicionaram-se 2 mL de solução de extração, constituída de EDTA 0,1 mM em tampão de fosfato de potássio 0,1 M, pH 6,8, contendo 20 mg de PVP (Polivinil Polipirrolidona), procedendo-se uma nova homogeneização. O homogeneizado foi centrifugado por 20 minutos a 4000 rpm e o sobrenadante coletado foi utilizado nas avaliações enzimáticas.

A atividade da peroxidase nos tecidos da parte aérea e do sistema radicular foi determinada em alíquotas de 100 µL do extrato enzimático bruto, diluído para 1:25 (v:v) com solução de extração. Adicionaram-se 0,9 mL de uma mistura de reação, contendo tampão fosfato de potássio 25 mM, pH 6,8, acrescida de pirogalol 20 mM e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 20 mM. O aumento na absorvância da solução foi lida a 420 nm, utilizando-se, para os cálculos, o coeficiente de extinção molar 2,47 mM<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> (MACEDO et al, 2005).

A atividade da catalase nos tecidos da parte aérea e do sistema radicular foi determinada após a adição de 100 µL do extrato enzimático bruto a 0,9 mL do meio de reação, constituído de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 12,5 mM em tampão de fosfato de potássio 50 mM, pH 7,0, a 30 °C. A atividade da enzima foi determinada pelo decréscimo na absorvância a 240 nm, utilizando-se para os cálculos o coeficiente de extinção molar de 36 mM<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> (ANDERSON et al., 1995).

Para a determinação da atividade da superóxido dismutase adicionaram-se 50 µL do extrato enzimático diluído para 1:5 (v:v) com solução de extração à mistura de reação, constituída de metionina 13 mM, azul de p-nitro tetrazólio (NBT) 75 µM, EDTA 100 mM e riboflavina 2 µM, em tampão de fosfato de sódio 50 mM, pH 7,8 (DEL LONGO et al., 1993). A reação foi conduzida a 25 °C em câmara de reação, sob a iluminação de duas lâmpadas fluorescentes de 15 W. A reação foi iniciada pelo acendimento das lâmpadas fluorescentes e, após 15 minutos, interrompida pelo desligamento das mesmas (GIANNOPOLITIS e RIES, 1977). A produção de formazana azul, resultante da foto-redução do NBT, foi medida pela determinação do incremento na absorbância a 560 nm, que foi subtraída de um “branco”, no qual a mistura de reação foi mantida no escuro (BEAUCHAMP e FRIDOVICH, 1971).

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Os dados de porcentagem de emergência, IVE, TME, área foliar, comprimento médio das raízes, massas secas da parte aérea e das raízes, IQD e avaliações enzimáticas foram analisados em esquema fatorial 5 x 4 (substratos x capacidades de retenção de água), com quatro repetições de 25 sementes para os dados de germinação e com duas repetições de uma planta cada para as demais avaliações. Os dados de sobrevivência, número de folhas, índice de clorofila, diâmetro de coleto, altura, taxas fotossintética e transpiratória e condutância estomática foram analisados em um esquema de parcelas sub-subdivididas, onde as parcelas foram constituídas dos cinco substratos, as subparcelas das quatro capacidades de retenção de água e as sub-subparcelas das quatro épocas de avaliação com duas repetições de uma planta cada. Todos os dados foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade e, no caso de significância, à análise de regressão a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

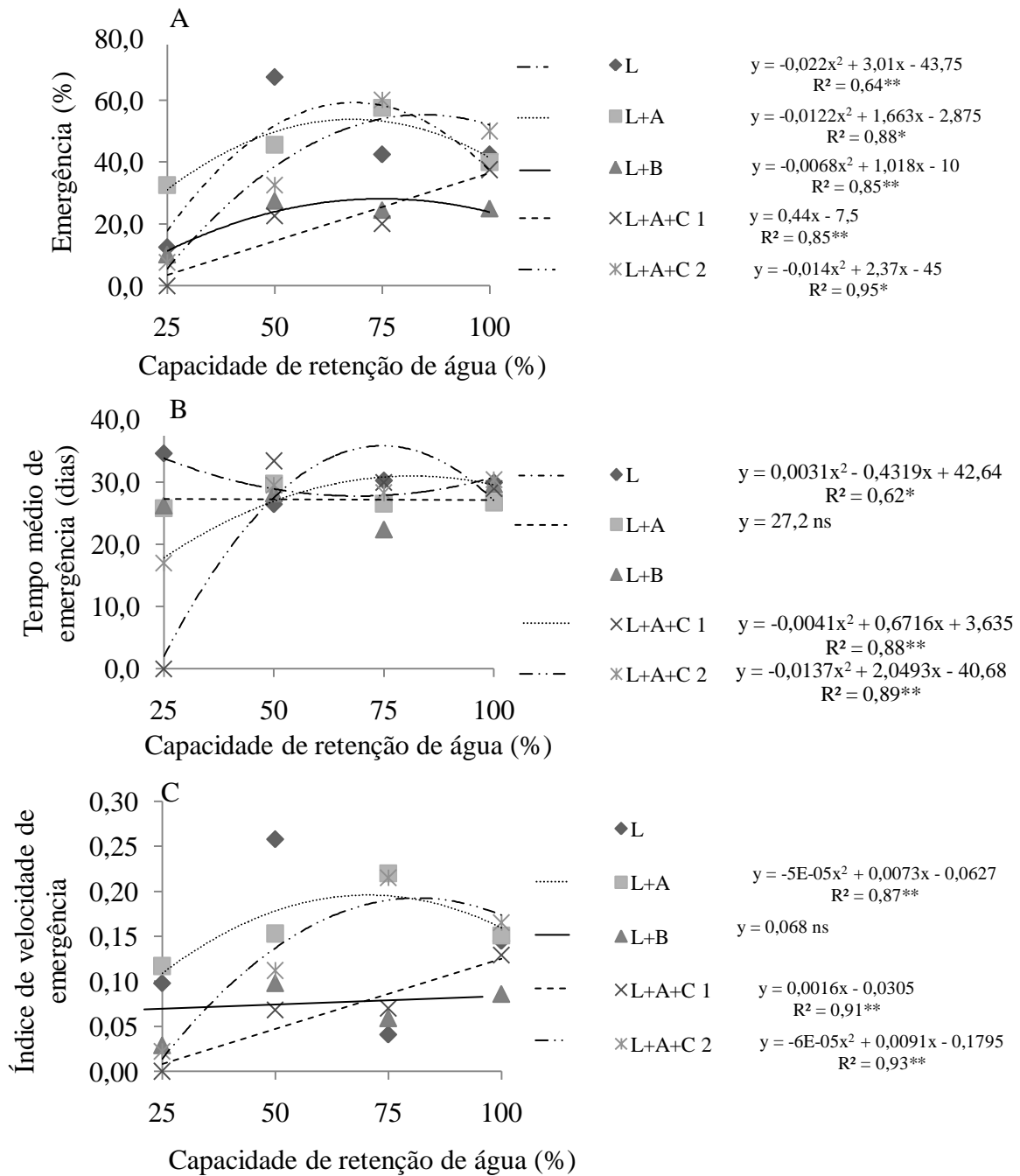
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Emergência de plântulas

Houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os substratos e as capacidades de retenção de água (CRA) estudados para a porcentagem, tempo médio e índice de velocidade de emergência de plântulas de mangabeira (Anexo B). Não houve emergência de plântulas no substrato L+A+C<sub>1</sub>, observando-se emergência crescente a partir da CRA de 50%. Para os substratos L, L+A, L+B e L+A+C<sub>2</sub> observou-se aumento da porcentagem de emergência até as CRA de 68,4, 68,2, 74,9 e 84,6%, respectivamente, constatando-se, após esses pontos de máxima, redução da taxa de acordo com o aumento da disponibilidade de água no substrato. Os substratos L, L+A e L+A+C<sub>2</sub> proporcionaram os maiores resultados de emergência de plântulas quando comparados aos demais substratos, apresentando taxa média de emergência de 41,3, 43,9 e 37,5%, respectivamente (Figura 1A). Uma possível causa da baixa porcentagem de emergência de plântulas de mangaba foi a intensa predação de formigas do gênero *Atta* sobre as sementes, provocando danos ao eixo embrionário das mesmas.

De maneira geral, observou-se maior tempo médio para a emergência de plântulas nos substratos L+A+C<sub>1</sub> e L+A+C<sub>2</sub> de acordo com o aumento da disponibilidade hídrica do substrato, atingindo maiores resultados em 74,8 e 81,9% da CRA, respectivamente e menor TME no substrato L+A (27,2 dias), embora não tenha havido diferença significativa entre as disponibilidade hídricas utilizadas. Para o substrato L+B não houve ajuste da equação (Figura 1B).

A CRA de 25% proporcionou prejuízos ao índice de velocidade de emergência em todos os substratos estudados, sendo os maiores valores observados nos substratos L+A e L+A+C<sub>2</sub> nas CRA de 73% e 75,8%, respectivamente. Nos substratos L e L+B obteve-se índice de velocidade de emergência médio de 0,162 e 0,068, respectivamente, sendo que para o primeiro os maiores valores foram observados em 50% da CRA e para o último não houve diferença significativa entre os tratamentos testados (Figura 1C).



**FIGURA 1.** Porcentagem de emergência (A), tempo médio de emergência (B) e índice de velocidade de emergência (C) de plântulas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Para a porcentagem de germinação de faveira (*Clitoria fairchildiana*), também uma espécie nativa, Silva e Carvalho (2008) verificaram ponto de máxima médio em torno de

49,1% da CRA do substrato. A partir desse ponto, o índice de velocidade de germinação diminuiu com o aumento do umedecimento do substrato.

O movimento e a disponibilidade de água para as sementes são de grande importância para a germinação, crescimento inicial do sistema radicular e emergência das plântulas (ÁVILA et al., 2007) e, de acordo com Marcos Filho (2005), a absorção de água representa o passo inicial do processo de germinação. Esse processo é necessário para a ativação de processos metabólicos das sementes, desencadeando uma sucessão de eventos que culminam com a emissão da raiz primária (KOS e POSCHLOD, 2008; YANG et al., 2010). No entanto, em condições de umidade abaixo do exigido pela espécie verifica-se redução da atividade enzimática, culminando com a baixa germinação de sementes e velocidade em que ela ocorre (BEWLEY e BLACK, 1994). Por outro lado, em solos encharcados ou excessivamente úmidos, as limitações à difusão do oxigênio também podem provocar a paralisação da germinação, provavelmente porque a ausência ou escassez de oxigênio favorecem a produção de etanol nas células, que é tóxico ao metabolismo normal por provocar acidificação e morte das mesmas (MARCOS FILHO, 2005; KOLB e JOLY, 2010).

Com relação aos substratos, Wagner Júnior et al. (2006), trabalhando com diferentes substratos, na germinação e desenvolvimento inicial de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata*), não observaram diferença entre os tratamentos. Entretanto, Silva et al. (2011) verificaram maior índice de velocidade de emergência quando a semeadura de mangaba (*H. speciosa*) ocorreu no substrato casca de arroz carbonizada + húmus de minhoca + solo (1:1:3), atribuindo esse comportamento à maior retenção de água nesse substrato.

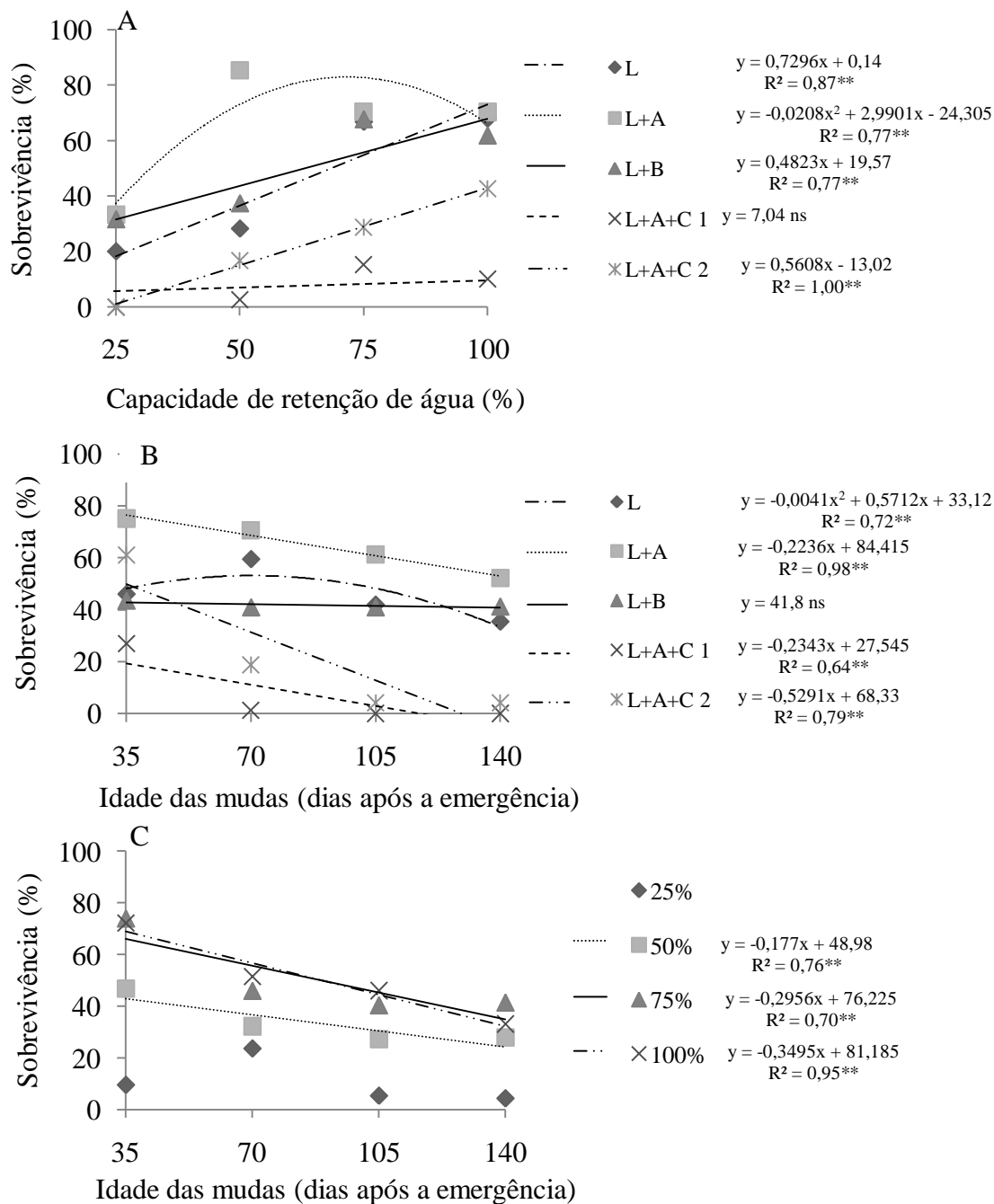
### **Crescimento inicial de mudas**

Observou-se maior sobrevivência (81,4%) de mudas de mangaba na CRA calculada de 71,9% no substrato L+A, enquanto o substrato L+A+C<sub>1</sub> não foi influenciado significativamente pelas disponibilidades hídricas. Os demais substratos apresentaram maior sobrevivência de mudas em 100% da CRA (Figura 2A). Ao longo das avaliações não foi observada variação significativa da sobrevivência de mudas para o substrato L+B, enquanto para o substrato L+A houve redução da sobrevivência com as avaliações. No substrato L verificou-se sobrevivência máxima aos 69,7 DAE e os substratos L+A+C<sub>1</sub> e L+A+C<sub>2</sub>



apresentaram menor sobrevivência ao longo das avaliações. Nos substratos compostos por cama de aviário observou-se menor sobrevivência de mudas com as avaliações e o aumento da disponibilidade hídrica, quando comparados aos demais substratos (Figura 2B). A CRA de 25% proporcionou menor sobrevivência de mudas quando comparada aos demais suprimentos hídricos, não sendo observado ajuste da equação, enquanto a CRA de 100% foi a responsável pelos maiores resultados, apresentando menor sobrevivência com o aumento da idade das mudas, assim como as CRA de 50 e 75% (Figura 2C).

Segundo Martins et al. (2010), todos os aspectos de crescimento e desenvolvimento das plantas são afetados pela deficiência hídrica nos tecidos, causada pela excessiva demanda evaporativa ou limitado suprimento de água e os efeitos do déficit hídrico sobre o desenvolvimento dos vegetais dependem da intensidade, da duração do estresse, do estágio de crescimento que a planta se encontra e da sua orientação genética, podendo ocasionar diversas modificações morfofisiológicas e até levar a planta à morte. Por outro lado, em condições de inundação ou encharcamento o oxigênio dissolvido difunde-se tão lentamente que apenas poucos centímetros de solo ou substrato próximo à superfície permanecem oxigenados. Com isso, Taiz e Zeiger (2009) salientam que em condições de estresse hídrico o crescimento e a sobrevivência de muitas espécies vegetais são bastante prejudicados, sendo que as espécies sensíveis são severamente danificadas e as espécies tolerantes podem suportar o estresse temporariamente, mas não por períodos longos.



**FIGURA 2.** Sobrevivência de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

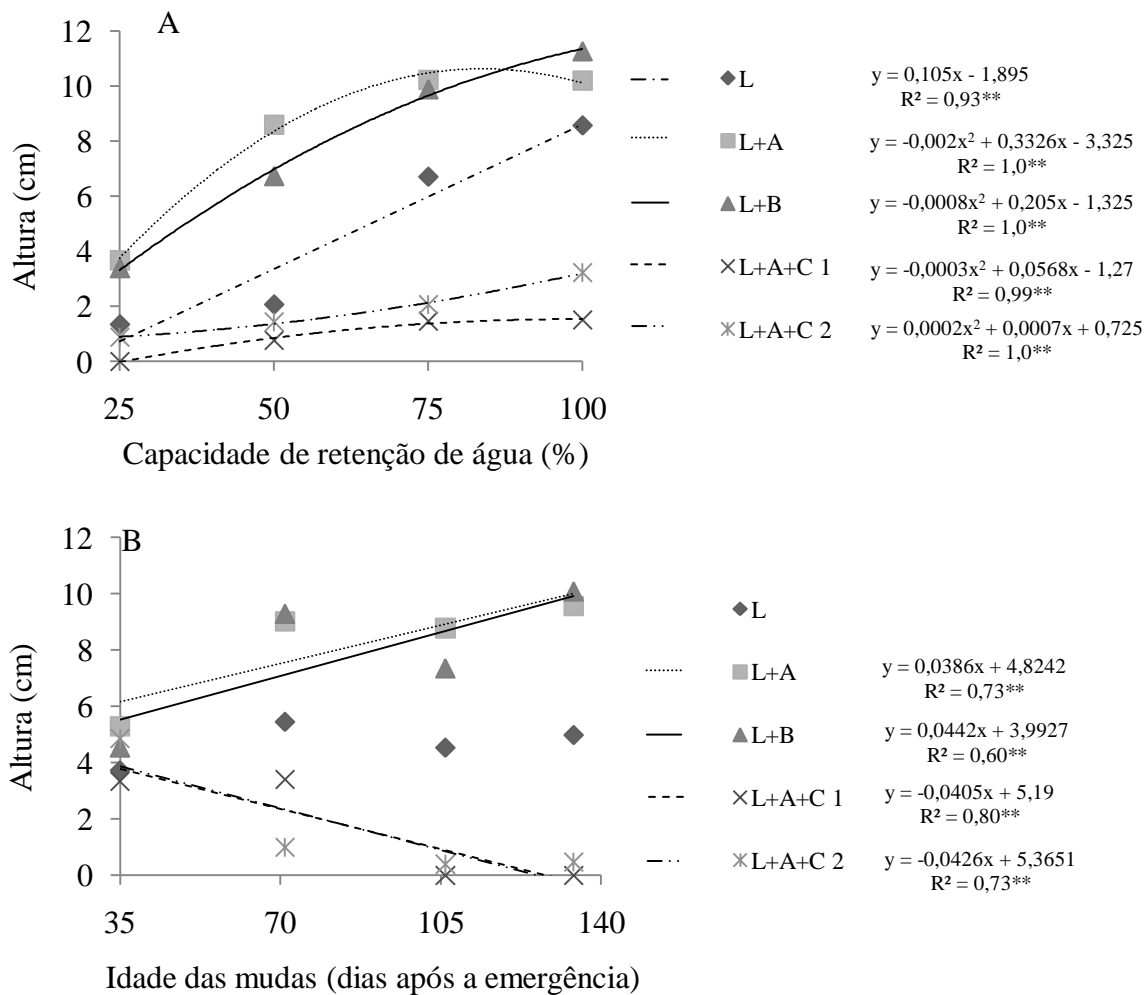
As mudas produzidas nos substratos compostos por cama de aviário nas duas proporções apresentaram, com frequência, colo com lesões marrons e aquosas, ocorrendo murcha da parte aérea, seguida da queda das folhas, o que pode ter contribuído para a alta

mortalidade das mudas nesses substratos. O mesmo foi observado por Silva et al. (2011), estudando o desenvolvimento de mudas de mangaba em substrato com esterco bovino. Assim, é provável que a adição de cama de aviário no substrato para a produção de mudas de mangabeira tenha possibilitado um ambiente propício ao desenvolvimento de fitopatógenos.

As mudas de mangaba apresentaram altura crescente de acordo com o aumento da disponibilidade hídrica no substrato L. Para os substratos L+A, L+B e L+A+C<sub>1</sub> a máxima altura foi obtida em 83,2, 128,1 e 94,7% da CRA, respectivamente. Os substratos compostos por cama de aviário proporcionaram menor altura de mudas quando comparados com os demais ao longo das avaliações, enquanto as maiores alturas foram observadas nos substratos L+A e L+B (Figura 3A).

Não houve ajuste da equação ao longo das avaliações para o substrato LVD, enquanto as mudas produzidas nos substratos L+A e L+B apresentaram maior altura conforme o aumento de sua idade (Figura 3B). Não foi observada interação significativa entre as disponibilidades hídricas e as épocas de avaliação (Anexo C), havendo apenas efeitos do conteúdo de água do substrato sobre a altura das mudas, verificando-se maiores alturas em 75 (5,61 cm) e 100% (6,94 cm) da CRA.

Embora a adição de matéria orgânica no substrato para a produção de mudas visando a melhoria química e física dos substratos seja uma tendência, possivelmente o uso de cama de frango prejudicou o desenvolvimento de mudas de mangabeira. Rosa et al. (2005) também observaram que a adição de bagacilho de cana no substrato para produção de mudas de mangabeira não proporcionou maior desenvolvimento de mudas e Dresch (2011) verificou que a adição da cama de frango prejudicou o desenvolvimento de mudas de guavira (*Campomanesia adamantium*), em comparação com o Latossolo Vermelho Distroférico e as misturas de solo+areia e solo+Bioplant<sup>®</sup>.



**FIGURA 3.** Altura de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

De acordo com Vieira Neto (1998), a areia quartzosa e a terra preta são componentes adequados para o substrato na formação de mudas de mangaba. Segundo esses autores as plântulas de mangabeira apresentaram um melhor desenvolvimento em substratos mais ácidos, contrariamente aos substratos contendo esterco, componente que proporcionou elevação do pH, chegando em alguns casos à alcalinidade. De acordo com Rosa et al. (2005) valores de pH entre 5,2 a 5,5 promoveram melhor desenvolvimento das mudas de mangaba, enquanto valores entre 6,0 e 6,8 provocaram redução no crescimento. Neste estudo, conforme pode ser observado no Quadro 1, os substratos compostos por cama de aviário apresentaram pH (CaCl<sub>2</sub>) médio de 6,5, enquanto os substratos L, L+A e L+B apresentaram pH de 4,3, 4,4 e

5,2, respectivamente, sugerindo que o pH é um fator importante para a produção de mudas de mangabeira. Além disso, no presente estudo, a areia pode ter melhorado as condições físicas do substrato quando misturada ao Latossolo Vermelho Distroférico. De acordo com Schimitz et al. (2002) e Zietemann e Roberto (2007), ela cria espaços porosos e aumenta a granulação nos substratos, regulando a retenção de líquidos e a drenagem, favorecendo o crescimento das raízes.

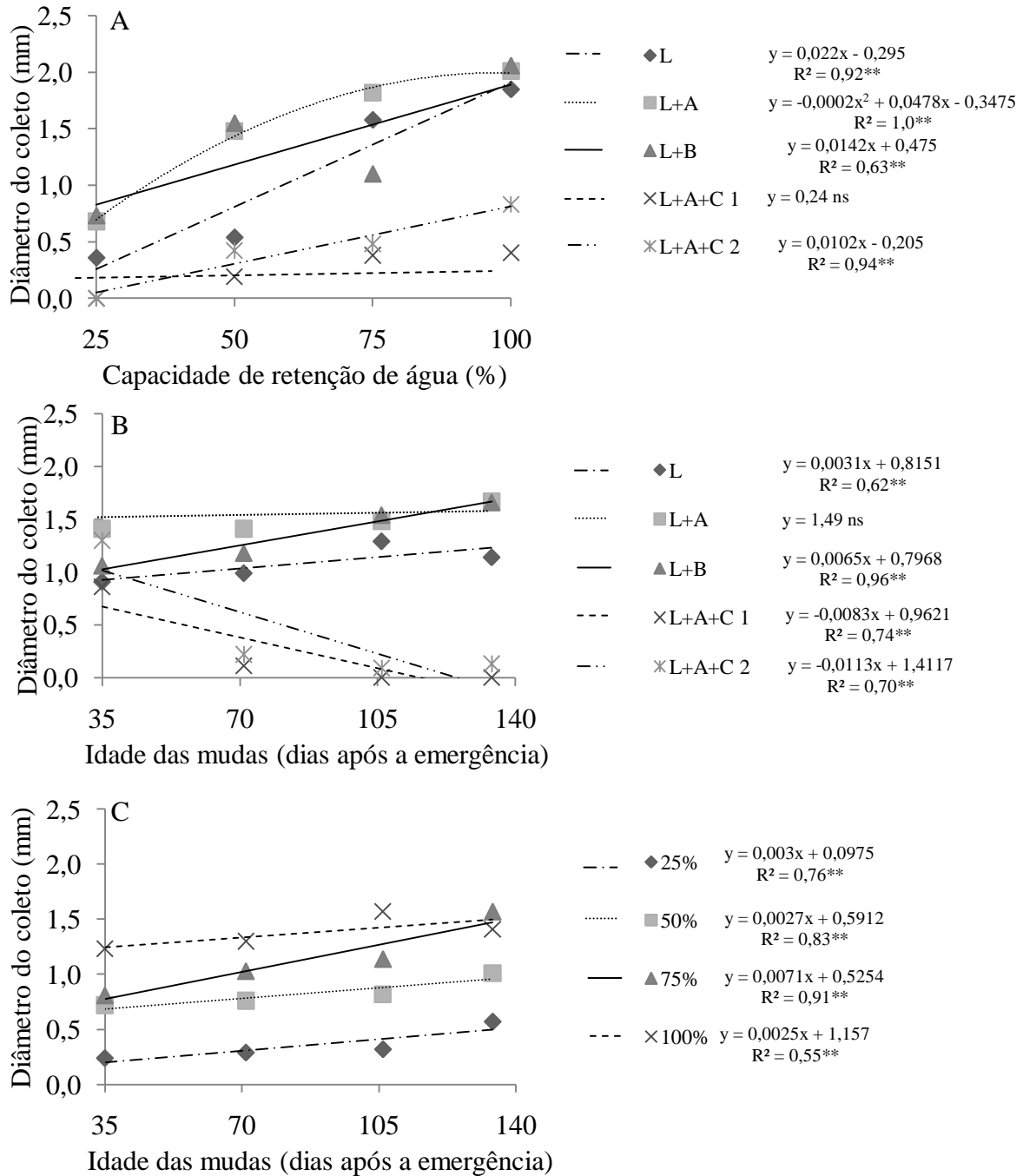
Para outras espécies do Cerrado, como o ipê amarelo (*Tabebuia aurea*), aroeira do campo (*Myracrodruon urundeuva*) e pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) também observou-se maiores alturas de mudas nas maiores disponibilidades de água estudadas (CABRAL et al., 2004; FIGUEIRÔA et al., 2004; LENHARD et al., 2010). Esses resultados podem estar relacionados com a importância da água na manutenção do turgor das células, permitindo a continuidade dos processos de crescimento vegetal, expansão, divisão celular e fotossíntese. Sua baixa disponibilidade, portanto, pode provocar diversas alterações morfofisiológicas nas plantas e reduzir a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos, provocando fechamento estomático, reduzindo as trocas gasosas e a translocação de fotoassimilados e, conseqüentemente, reduzindo ou interrompendo o crescimento das plântulas nessas condições (SANTOS e CARLESSO, 1998).

Em contrapartida, condições de hipoxia ou anoxia, provocadas por excesso de umidade, podem afetar a taxa de respiração e o metabolismo das raízes são afetados, havendo energia insuficiente para que as raízes sustentem processos fisiológicos dos quais depende a parte aérea (TAIZ e ZEIGER, 2009). Assim, a saturação do solo também afeta o crescimento da parte aérea, seja pela inibição do alongamento ou da iniciação da expansão foliar e dos entrenós (LIMA e TORRES, 2009).

Assim como para a altura das mudas, houve incremento do diâmetro do coleto em condições de maior umedecimento do substrato, observando-se ajuste linear da equação para os substratos L, L+B e L+A+C<sub>2</sub> e quadrático para o substrato L+A, com maiores resultados na CRA de 119,5%. Para o substrato L+A+C<sub>1</sub>, que apresentou diâmetro médio de 0,24 mm, não houve diferença estatística entre as disponibilidades hídricas estudadas. Novamente constatou-se desempenho inferior dos substratos constituídos por cama de aviário e maiores diâmetros do coleto no substrato L+A (Figura 4A). Não foram observadas variações no diâmetro do coleto ao longo do período de exposição ao estresse no substrato L+A (1,49 mm), ao passo

que o diâmetro aumentou no L+B e reduziu nos substratos compostos por cama de aviário. No último caso, a redução drástica verificada ocorreu em função da baixa sobrevivência das mudas (Figura 4B). Em todas as disponibilidades hídricas observou-se maior diâmetro do coleto ao longo das avaliações, verificando-se menores resultados na CRA de 25% (Figura 4C).

Conforto (2008) também observou maiores diâmetros do coleto em mudas de seringueira (*Amburana acreana*) não estressadas por déficit hídrico, que apresentaram diâmetros 33% maiores em comparação com o controle. Já Vieira e Gomes (2011) não encontraram diferença significativa entre as disponibilidades hídricas testadas (12,5, 50 e 100%) para o diâmetro do coleto de pau-terra do cerrado (*Qualea grandiflora*), mas houve um aumento linear do mesmo durante o período de 120 dias de exposição ao estresse. O crescimento em diâmetro depende das atividades cambiais, que por sua vez são estimuladas pela fotossíntese e hormônios translocados das regiões apicais. Logo, é um bom indicador da assimilação líquida, já que depende da fotossíntese corrente (LARCHER, 2004). Dessa forma, em menores disponibilidades hídricas, onde há menor desenvolvimento da parte aérea e menor assimilação de CO<sub>2</sub>, pode-se observar menor diâmetro do coleto das mudas.



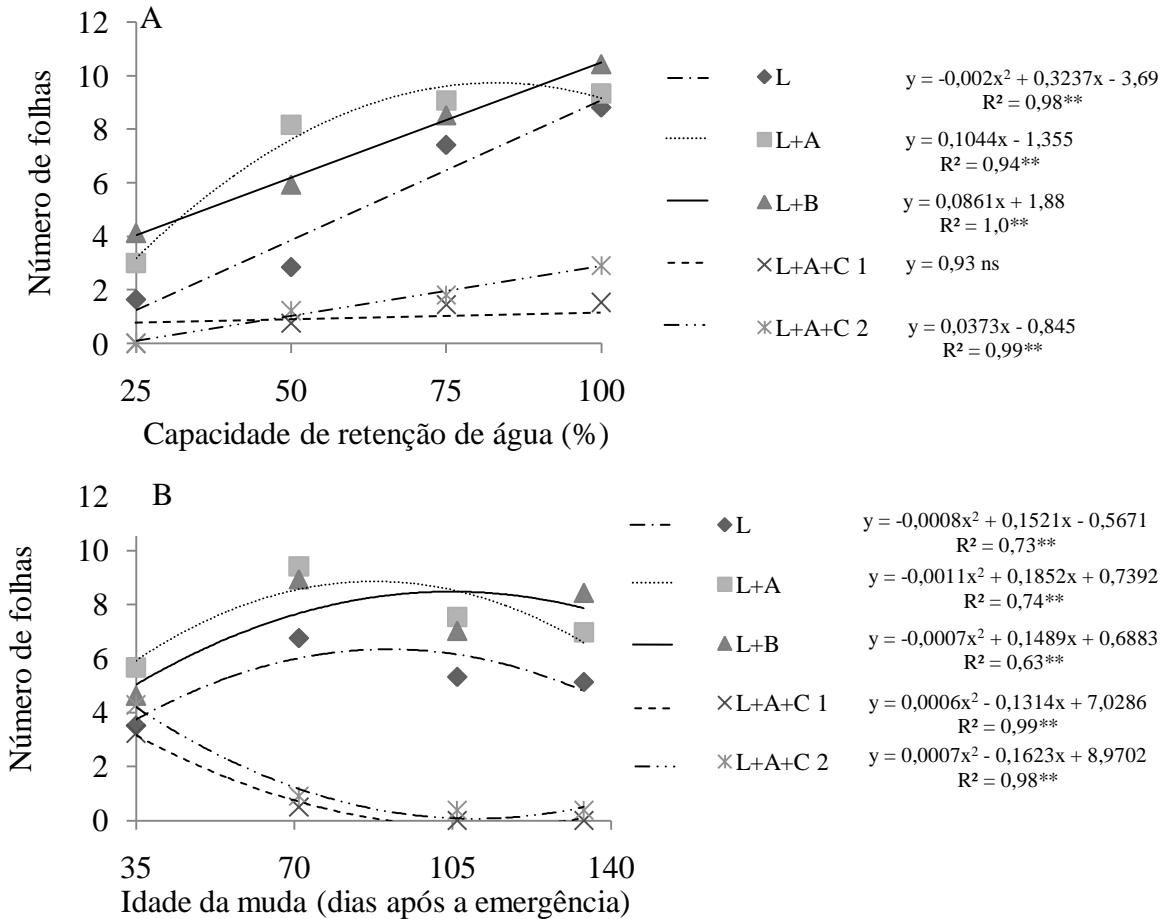
**FIGURA 4.** Diâmetro do coleto de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

As mudas de mangabeira também apresentaram maior número de folhas de acordo com o aumento da disponibilidade hídrica nos substratos L, L+B e L+A+C<sub>2</sub>. Para o substrato

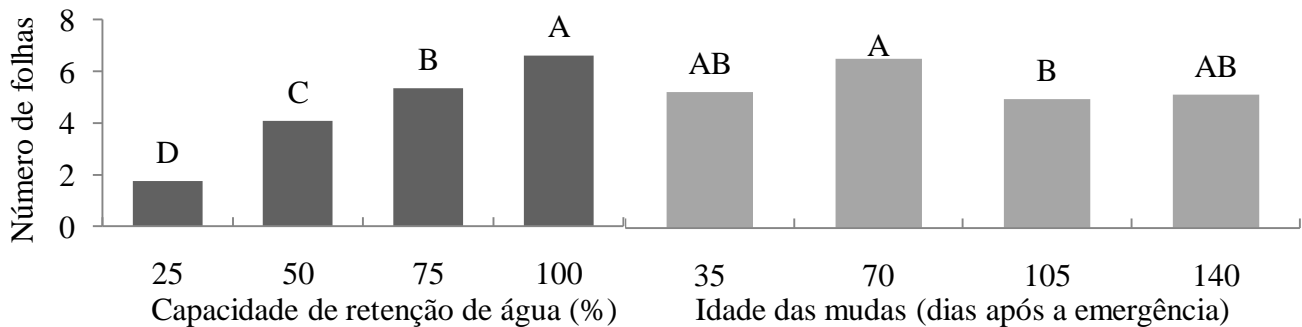
L+A houve maior emissão de folhas na CRA de 80,9%, enquanto no substrato L+A+C<sub>1</sub> não houve influência das disponibilidades hídricas, onde as mudas apresentaram média de 0,93 folhas. Assim como para a altura das mudas e diâmetro do coleto, os substratos compostos por cama de aviário proporcionaram mudas com menor número de folhas (Figura 5A), observando-se redução significativa do número de folhas durante as avaliações, constatando-se valores nulos no substrato L+A+C<sub>1</sub> a partir dos 105 DAE em razão da alta mortalidade de mudas acometidas por doenças fúngicas. Para os demais substratos (L, L+A e L+B) verificou-se maior número de folhas aos 95, 84 e 106 DAE, respectivamente (Figura 5B). A interação entre CRA e épocas de avaliação não foi significativa para o número de folhas de mudas de mangaba (Anexo C), observando-se efeitos isolados desses fatores, onde a CRA de 100% e a avaliação realizada aos 70 DAE apresentaram os maiores valores (Figura 6).

Ao contrário da mangabeira, Silva e Nogueira (2003) observaram que as mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), algarobeira (*Prosopis juliflora*) e ipê amarelo (*Tabebuia aurea*) apresentaram redução na emissão de novas folhas após a indução ao estresse hídrico, no entanto essa redução não foi suficiente para interromper o aparecimento de novas folhas. Nascimento et al. (2011) também verificaram maior número de folhas na CRA de 100% e redução da emissão de folhas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) com o déficit hídrico, sugerindo que esse comportamento pode ser reflexo de menor taxa de divisão celular, reduzindo assim o aparecimento de novas folhas. Outra explicação está relacionada com a diminuição do número e da taxa de crescimento dos ramos de plantas expostas ao estresse hídrico, havendo, com isso, limitação no número de folhas. Essas informações estão de acordo com os estudos de Rossato e Franco (2008), que observaram um aumento acentuado da mortalidade dos ramos de espécies do Cerrado durante a estação seca.





**FIGURA 5.** Número de folhas de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.



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

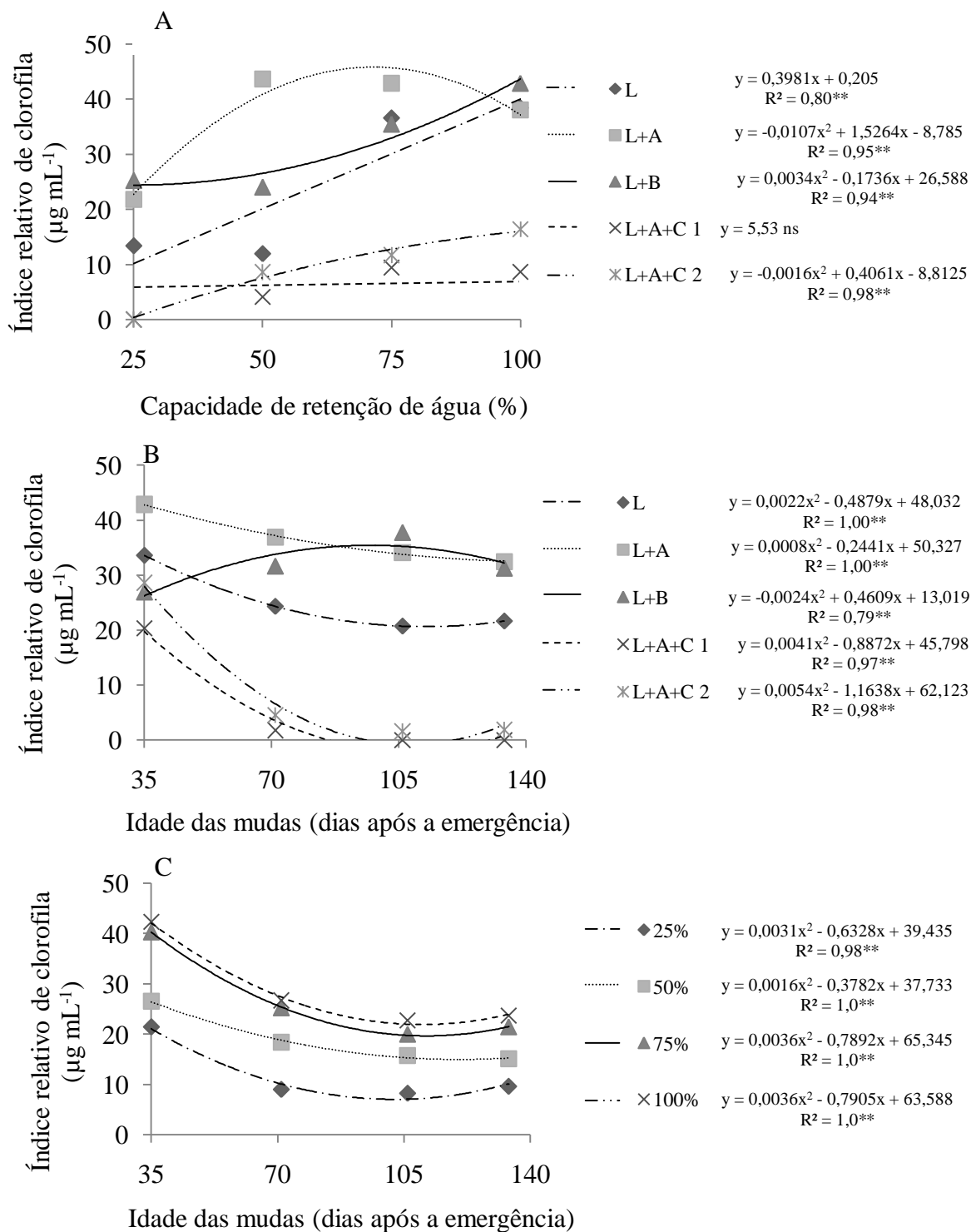
**FIGURA 6.** Número de folhas (NF) de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes capacidades de retenção de água (CRA) ou dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Quanto ao índice relativo de clorofila houve diferença significativa entre as capacidades de retenção de água para todos os substratos estudados, exceto para o substrato L+A+C<sub>1</sub>, que apresentou teor de clorofila médio de 5,53 µg mL<sup>-1</sup>. Resultados inferiores foram observados nos substratos com acréscimo de cama de aviário, verificando-se maiores índices de clorofila no substrato L+A na CRA de 71,3%. Para o substrato L observou-se menor teor de clorofila na CRA de 25,5% com aumento de acordo com o acréscimo da disponibilidade hídrica do substrato. O substrato L+B apresentou maior índice relativo de clorofila em 100% da CRA (Figura 7A).

As mudas cultivadas nos substratos L, L+A, L+A+C<sub>1</sub> e L+A+C<sub>2</sub> apresentaram decréscimo do índice relativo de clorofila até os 110,9, 152,6, 108,2 e 107,8 DAE, enquanto no substrato L+B houve aumento até 96 DAE (Figura 7B). O índice de clorofila foi maior a 100% da CRA e menor a 25% e independentemente dos conteúdos de água estudados houve redução desse índice conforme o aumento da idade das mudas (Figura 7C).

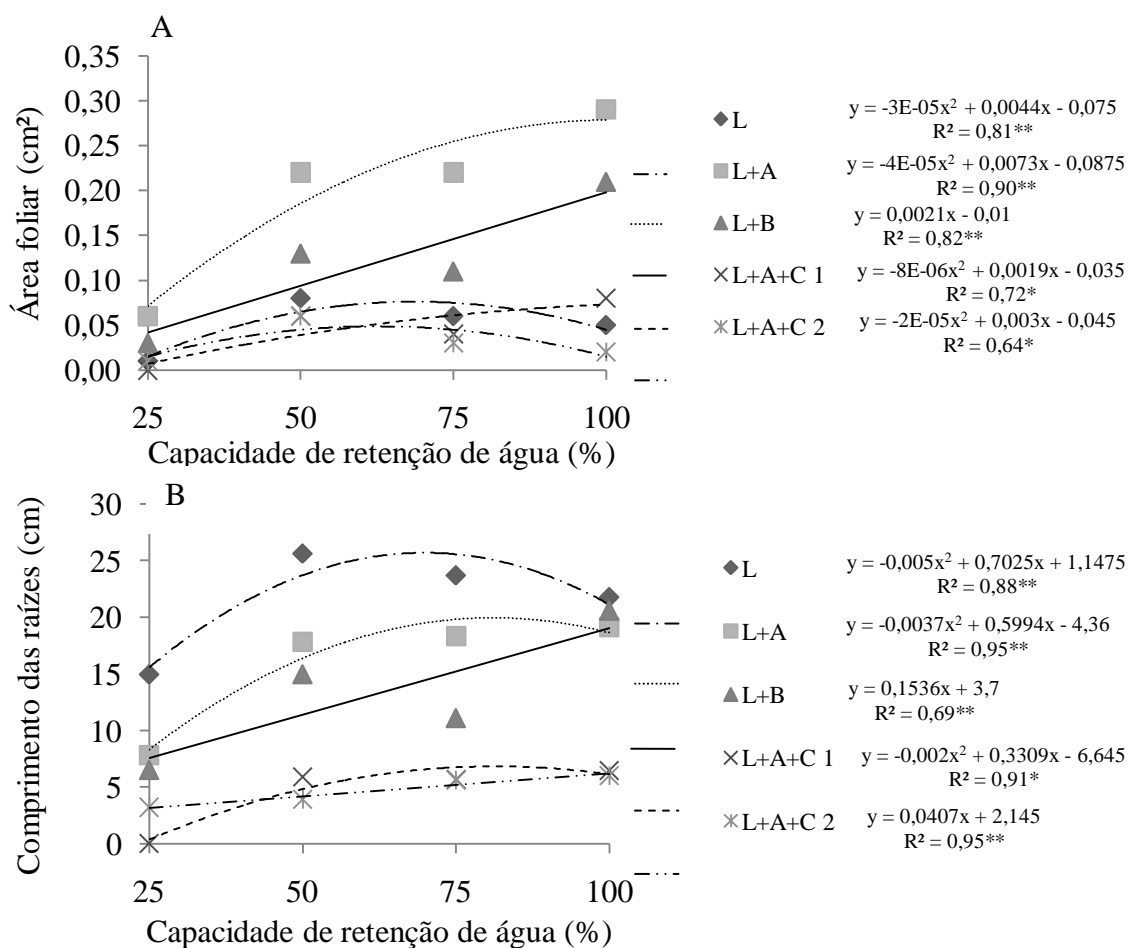
A redução dos índices de clorofila pode ser justificada pelo menor teor de nitrogênio nas folhas em condições de alagamento e déficit hídrico. A diminuição do teor de oxigênio provoca restrições no metabolismo da planta, em função da redução das atividades da enzima nitrato redutase, prejudicando a absorção e o transporte de íons e tendo como consequência a redução dos teores de nutrientes na parte aérea da planta, dentre eles o nitrogênio (LENHARD et al., 2010). Por outro lado, a baixa disponibilidade de água no solo também pode levar a deficiência de nitrogênio nas folhas (FLOSS, 2008).

Ao final das avaliações (140 DAE), verificou-se folhas com menor área em mudas produzidas nos substratos L, L+A+C<sub>1</sub> e L+A+C<sub>2</sub> em comparação com os demais substratos, observando-se máxima área foliar até as CRA de 73,3, 118,8 e 75%, respectivamente. As mudas cultivadas no substrato L+A apresentaram maiores resultados na CRA de 91,3%, enquanto no substrato L+B a área foliar aumentou com o acréscimo da disponibilidade hídrica (Figura 8A).



**FIGURA 7.** Índice relativo de clorofila de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

O comprimento da raiz de mudas de mangabeira, aos 140 DAE, foi maior no substrato L+B, apresentando ponto de máxima em 70,3% da CRA do substrato, sendo que os substratos L+A+C<sub>1</sub> e L+A+C<sub>2</sub> proporcionaram menores comprimentos das raízes. Os substratos L+A e L+A+C<sub>1</sub> apresentaram máximo comprimento das raízes nas CRA de 81 e 82,7% com decréscimo em disponibilidades hídricas mais elevadas (Figura 8B).



**FIGURA 8.** Área foliar (A) e comprimento médio das raízes (B) de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.

A expansão foliar é um processo governado pela turgidez celular (TAIZ e ZEIGER, 2009). Assim, sob estresse hídrico, onde há a diminuição da turgescência celular, ocorre uma redução na expansão e no tamanho das folhas, o que explicaria os resultados obtidos nesse estudo (LIMA e TORRES, 2009). Dessa forma, a área foliar menor transpira

menos, conservando, efetivamente, um suprimento de água limitado no solo por um período mais longo (TAIZ e ZEIGER, 2009). No entanto, segundo Cabral et al. (2004), a redução na área foliar, leva a um decréscimo na fotossíntese e, conseqüentemente, no crescimento, tornando-se um dos efeitos mais drásticos do estresse hídrico.

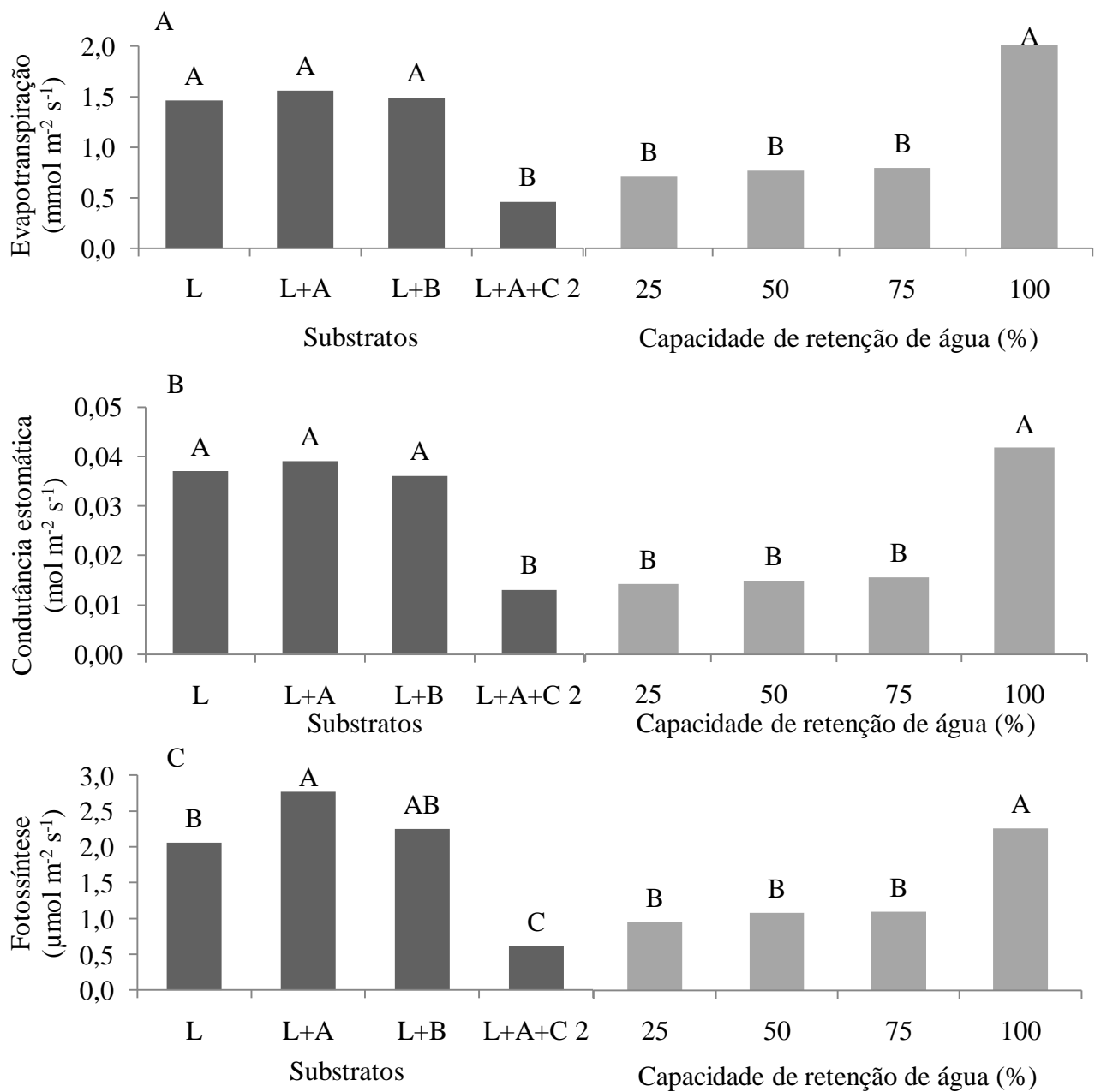
De forma semelhante, Lenhard et al. (2010) observaram menor área foliar de mudas de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) com menor suprimento de água (20% CRA). Vieira e Gomes (2011), estudando mudas de pau-terra do Cerrado (*Qualea grandiflora*) em diferentes regimes hídricos, também correlacionaram maiores valores de área foliar com as maiores disponibilidades hídricas do solo. Figueirôa et al. (2004), estudando mudas de ipê amarelo (*Tabebuia aurea*) e Cabral et al. (2004), estudando mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) também obtiveram resultados similares.

O alongamento de raízes também é um processo dependente da turgidez celular. A redução do crescimento da parte aérea e a inibição da expansão foliar reduzem o consumo de carbono e energia e uma proporção maior de assimilados vegetais pode sustentar o crescimento posterior das raízes, levando a um crescimento preferencial das mesmas em direção a zonas do solo que permanecem úmidas (TAIZ e ZEIGER, 2009). Esse crescimento proporcional das raízes em detrimento da parte aérea também foi observado por Cabral et al. (2004) em mudas de ipê amarelo (*Tabebuia aurea*), sugerindo que esse comportamento seja de caráter adaptativo, comum às plantas submetidas a estresse hídrico, sendo vantajoso por permitir que as mesmas obtenham água mesmo depois da superfície do solo ter perdido a umidade depois da estação seca, fato este observado com maior freqüência no Cerrado. Por outro lado, o excesso de água no solo causa a respiração anaeróbia das raízes, que tem como produtos finais o ácido láctico e o etanol, causadores da morte das células radiculares por acidose. Com isso, há menor crescimento radicular e menor absorção de água e nutrientes (FLOSS, 2008).

Não houve interação significativa entre as capacidades de retenção de água e os substratos estudados para a taxa de transpiração, condutância estomática e fotossíntese de mudas de mangabeira (Anexo C), observando-se apenas efeitos isolados desses fatores. Em virtude da alta mortalidade e do menor desenvolvimento de mudas, o substrato L+A+C<sub>1</sub> não foi considerado para a avaliação dessas variáveis.

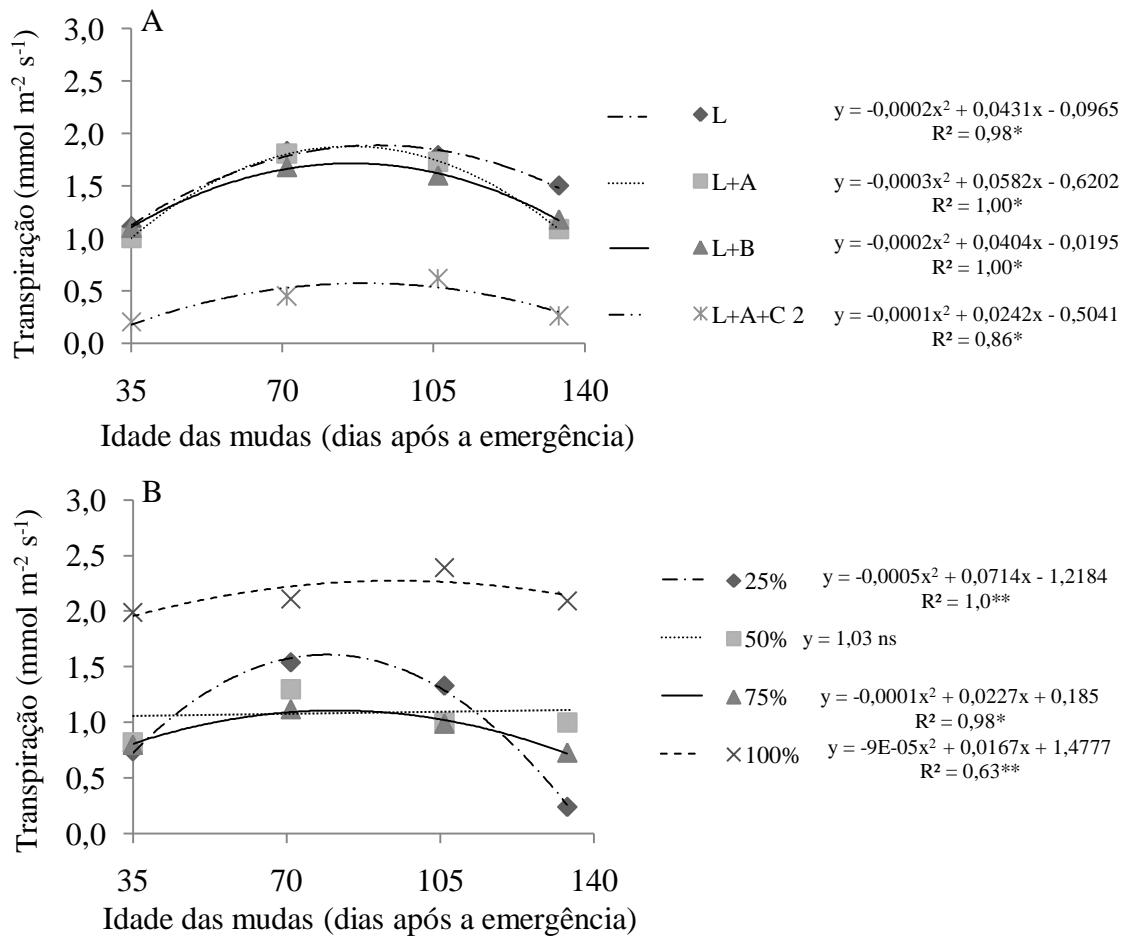
Os substratos L, L+A e L+B apresentaram maiores valores de transpiração e condutância estomática, diferindo estatisticamente do substrato L+A+C<sub>2</sub>, que apresentou os menores resultados (Figuras 9A e 9B). Para essas mesmas variáveis as disponibilidades hídricas de 25, 50 e 75% não diferiram estatisticamente entre si, observando-se resultados inferiores aos encontrados na CRA de 100%. Para a fotossíntese o substrato L+A apresentou as maiores taxas, embora não tenha diferido significativamente do substrato L+B, enquanto o L+A+C<sub>2</sub> apresentou os menores resultados. A CRA de 100%, nesse caso, também ofereceu maiores resultados (Figura 9C).

Nas mudas produzidas nos substratos L, L+A, L+B e L+A+C<sub>2</sub>, houve transpiração máxima aos 107,8, 97, 101 e 121 DAE, respectivamente, verificando-se taxa de transpiração inferior no último substrato quando comparado aos demais (Figura 10A). A transpiração das mudas não variou na CRA de 50% (1,03 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) nas épocas de avaliação e nas disponibilidades de água de 75 e 100% observou-se transpiração máxima aos 83,5 e 92,8 DAE, respectivamente (Figura 10B).



Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

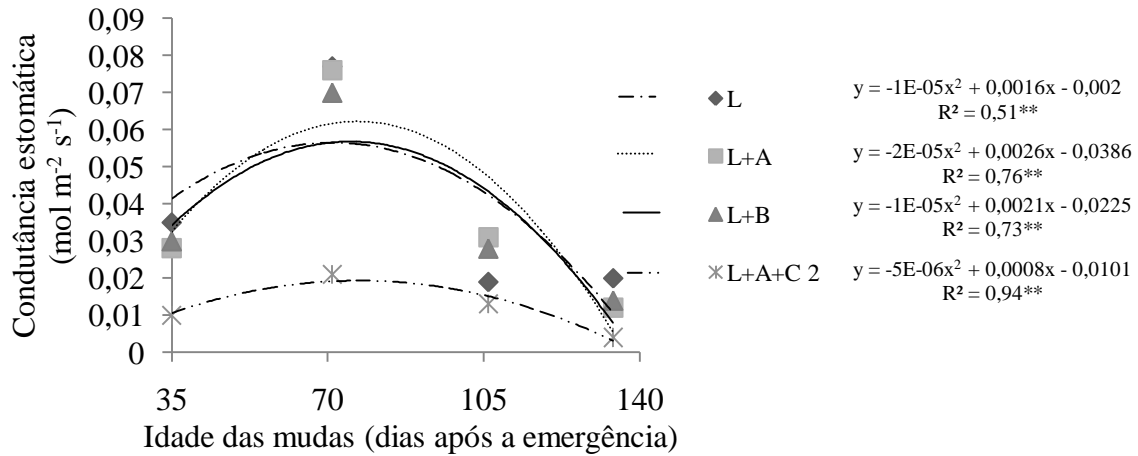
**FIGURA 9.** Transpiração (A), condutância estomática (B) e fotossíntese (C) de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos ou capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.



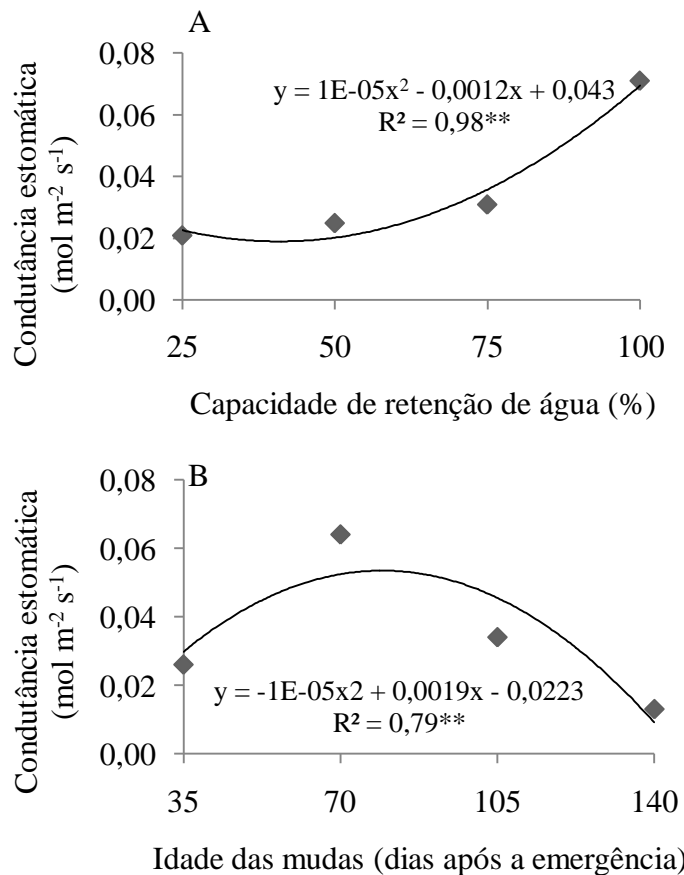
**FIGURA 10.** Taxa de transpiração de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Observou-se redução da condutância estomática das mudas cultivadas nos substratos L e L+A+C<sub>2</sub> a partir de 80 DAE, enquanto nos substratos L+A e L+B verificou-se condutância estomática máxima por volta de 70 DAE (Figura 11). Neste caso também não houve interação significativa entre as disponibilidades hídricas e as épocas de avaliação, observando-se aumento da condutância estomática com o aumento do suprimento hídrico do substrato (Figura 12A), com maiores valores aos 95 DAE (Figura 12B).



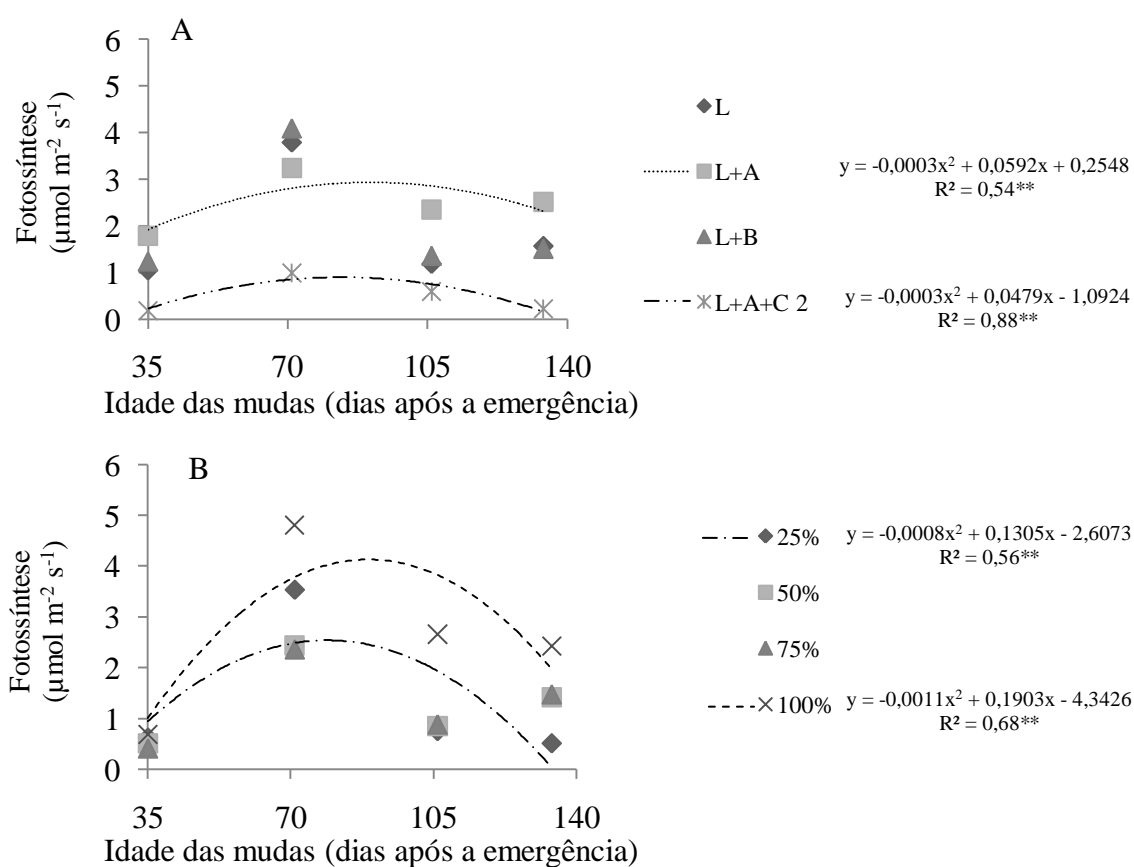


**FIGURA 11.** Condutância estomática de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.



**FIGURA 12.** Condutância estomática de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes capacidades de retenção de água (A) ou dias após a emergência (B). UFGD, Dourados, MS, 2011.

Não houve ajuste das equações para os substratos L e L+B ao longo das épocas de avaliação das mudas para a taxa fotossintética, enquanto nos substratos L+A e L+A+C<sub>2</sub> observou-se taxa máxima aos 98,7 e 70,8 DAE, respectivamente (Figura 13A). As mudas de mangabeira cultivadas na CRA de 25% apresentaram máxima fotossíntese aos 81,6 DAE e a CRA de 100% proporcionou maiores resultados de fotossíntese para as mudas, observando-se taxa máxima aos 86,5 DAE. Não houve ajuste das equações para as capacidades de retenção de 50 e 75%, que apresentaram maior taxa fotossintética por volta de 75 DAE (Figura 13B).



**FIGURA 13.** Taxa fotossintética de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, capacidades de retenção de água e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

De acordo com Mariano et al. (2009), a transpiração tem relação direta com a condutância estomática e com a fotossíntese, o que confirma os dados obtidos por Calbo e Moraes (1997), que observaram redução da condutância estomática, transpiração e

fotossíntese líquida de mudas de buriti (*Mauritia flexuosa*) com poucos dias de exposição ao estresse. Os menores valores de transpiração em folhas de mangabeira, encontrados por Nogueira et al. (2003), ocorreram em plantas cultivadas na mistura de solo natural e areia ( $2,6 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), enquanto os maiores, como encontrado no presente estudo, foram verificados em solo natural ( $9,6 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), podendo dessa forma facilitar a entrada do  $\text{CO}_2$  para a realização da fotossíntese.

Os menores valores de transpiração, condutância estomática e fotossíntese obtidos em CRA inferiores a 100% podem ser explicados pela perda de solutos das células-guarda, que provoca perda de água e diminuição de turgidez, causando fechamento estomático ou pelo aumento dos níveis de ácido abscísico (ABA), provocado pela desidratação moderada do mesofilo, que induz o fechamento estomático e como consequência, reduz a transpiração, a fotossíntese e o consumo de assimilados nas folhas (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Segundo Bucci et al. (2008), a redução da transpiração, portanto, seria uma estratégia da planta para lidar com a disponibilidade de água limitada, evitando a perda de água por evaporação durante a estação seca. No entanto, em razão do fechamento estomático, são gerados decréscimos na assimilação do  $\text{CO}_2$  e no rendimento quântico do fotossistema II (MARIANO et al., 2009). Assim, o estresse hídrico moderado afeta a fotossíntese foliar e a condutância estomática e à medida que o estresse torna-se rigoroso a desidratação das células do mesofilo inibe a fotossíntese, o metabolismo do mesofilo é prejudicado e a eficiência do uso da água geralmente decresce (TAIZ e ZEIGER, 2009). Por isso, durante a estação seca é presumível que ocorra grande restrição na transpiração, com decréscimos na atividade fotossintética, constatando-se que mudas de espécies lenhosas do Cerrado atingem valores de fotossíntese próximos a zero (FRANCO, 2006; MARIANO et al., 2009).

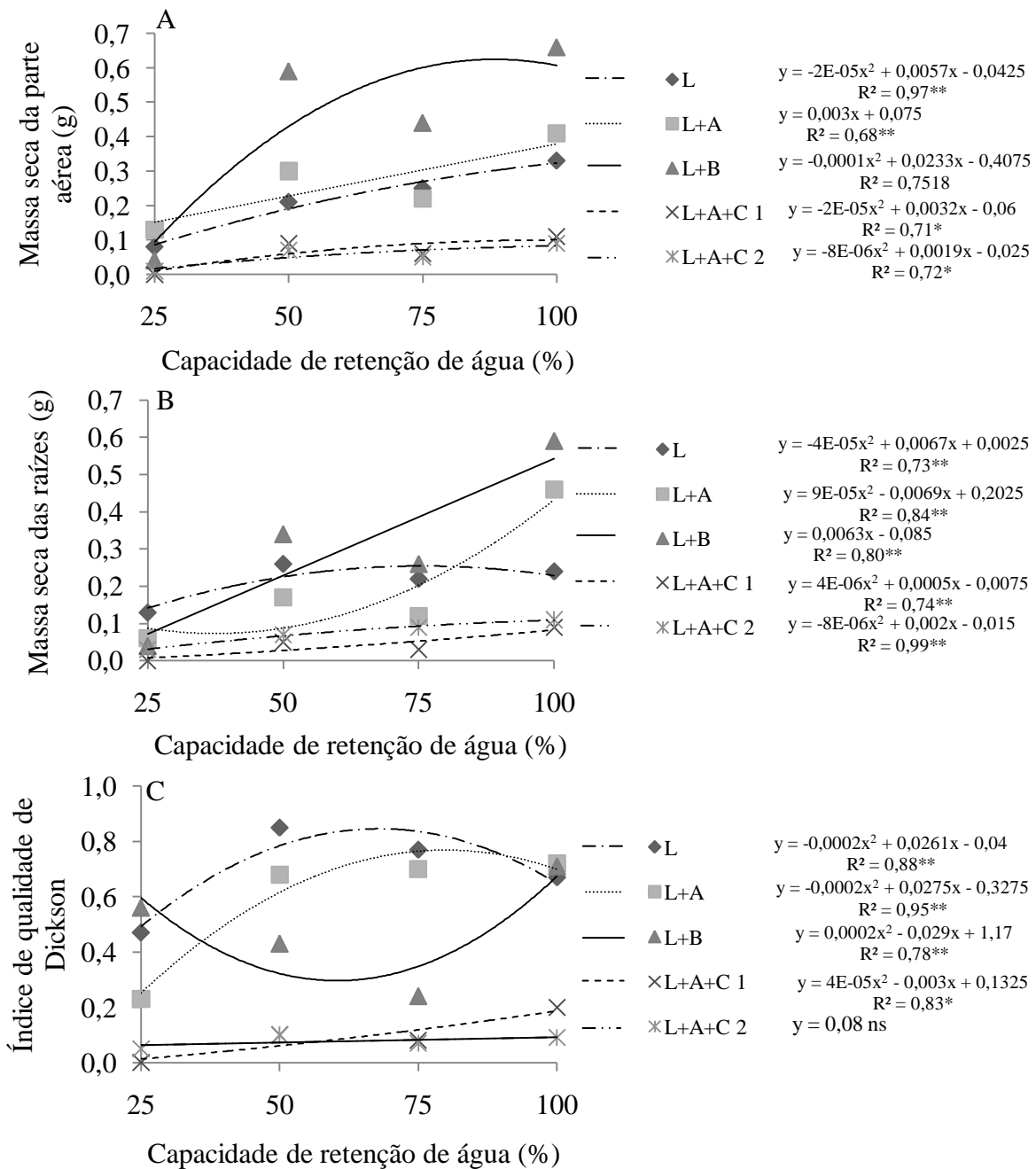
Dessa forma, os estômatos têm um papel preponderante na manutenção do balanço hídrico das plantas ao regular, simultaneamente, o fluxo transpiratório para a atmosfera e o fluxo de  $\text{CO}_2$  para o interior da folha. A densidade estomática, o grau de abertura do poro estomático e a sua regulação são de extrema importância para a adaptação de espécies em regiões semi-áridas ou em ambientes sazonais, onde há uma estação seca claramente definida, como é o ambiente de Cerrado (ROSSATO et al., 2009).

Aos 140 DAE, observou-se menor produção de biomassa da parte aérea em mudas conduzidas nos substratos L+A+C<sub>1</sub> e L+A+C<sub>2</sub>, onde houve aumento da massa seca até 80 e

118,8% da CRA, respectivamente. O substrato L+B proporcionou maiores resultados de massa seca da parte aérea com máxima produção na CRA de 116,5%. Para o substrato L observou-se maior massa seca na CRA de 100%, enquanto para o substrato L+A os maiores resultados foram verificados na CRA de 142,5% (Figura 14A).

Também para a massa seca das raízes observou-se maiores resultados em mudas produzidas no substrato L, verificando-se maior produção na CRA de 83,8%. Resultados inferiores foram obtidos em mudas cultivadas nos substratos L+A+C<sub>1</sub> e L+A+C<sub>2</sub>, quando comparados com os demais substratos, constatando-se maior massa seca das raízes em 62,5 e 125% da CRA, respectivamente. Para o substrato L+A só houve aumento da massa seca das raízes a partir da CRA de 38,3%, enquanto para o substrato L+B a massa seca aumentou em função do maior suprimento hídrico do substrato (Figura 14B).

Nos substratos L e L+A houve aumento do índice de qualidade das mudas até 65,3 e 68,8% da CRA, respectivamente. No substrato L+B houve aumento do IQD a partir de 72,5% da CRA, atingindo valores máximos na disponibilidade hídrica mais elevada (100%). No substrato L+A+C<sub>1</sub> a qualidade das mudas foi maior com o aumento da disponibilidade de água no substrato, enquanto no substrato L+A+C<sub>2</sub> (0,08) não houve influência significativa das disponibilidades hídricas estudadas para o índice de qualidade das mudas. Observou-se que as mudas cultivadas nesses substratos apresentaram menor índice de qualidade de Dickson, o qual foi maior nas mudas cultivadas em Latossolo Vermelho Distroférrico com ou sem areia (Figura 14C). Quanto maior for o valor deste índice, melhor é a qualidade da muda produzida, indicando a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa nas mudas (GOMES, 2001; FONSECA et al., 2002). Assim, mudas de maior qualidade foram produzidas nos substratos L, L+A e L+B, nas CRA de 66, 69 e 100%, respectivamente.



**FIGURA 14.** Massa seca da parte aérea (A), massa seca das raízes (B) e índice de qualidade de Dickson (C) de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Os resultados obtidos por Silva e Nogueira (2003) discordam dos observados para a mangabeira, onde não foi verificado efeito significativo das CRA de 50 e 100% sobre as

massas secas das folhas, caules e raízes de quatro espécies lenhosas (*Mimosa caesalpiniiifolia*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Prosopis juliflora* e *Tabebuia aurea*). Para Vieira e Gomes (2011), a biomassa da parte aérea e da raiz de mudas de pau-terra do Cerrado (*Qualea grandiflora*) foi maior em substrato com 50% da CRA, verificando-se resultados inferiores na CRA de 12,5%. Resultados semelhantes foram observados por Cabral et al. (2004) em mudas de ipê amarelo (*Tabebuia aurea*) e Lenhard et al. (2010) em mudas de pau-ferro (*Caesalpineia ferrea*).

Menores comprimentos de plantas e menor acúmulo de massa seca ocorrem em função do fechamento dos estômatos em condições de estresse hídrico, o que compromete o ganho de CO<sub>2</sub>, reduzindo a produção de biomassa e a produtividade das plantas, ocorrendo assim (SILVA et al., 2008; LIMA e TORRES, 2009). Outros fatores como a redução da absorção de elementos do solo, mudanças no balanço hormonal da planta, translocação, respiração e metabolismo de proteínas também contribuem para a redução de crescimento das plantas (LARCHER, 2004). Com isso, justificam-se as reduções das massas secas da parte aérea e das raízes a medida que o estresse hídrico se torna mais severo (MARTINS et al., 2010).

Em função da baixa taxa de sobrevivência das mudas produzidas nos substratos compostos por matéria orgânica o teste de atividade enzimática foi realizado apenas para os substratos L, L+A e L+Bio, onde verificou-se interação significativa entre as capacidades de retenção de água e substratos estudados (Anexo D).

A atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) na parte aérea das mudas de mangaba reduziu com o aumento do conteúdo de água no substrato L, cujos resultados foram superiores aos demais substratos. Para os substratos L+A e L+B a atividade enzimática foi mínima nas CRA de 66 e 86,3%, respectivamente (Figura 15A).

Na quantificação da enzima peroxidase (POX) observou-se redução da atividade enzimática com o aumento da disponibilidade hídrica para as mudas cultivadas no substrato L. Para os demais substratos a diminuição da atividade se deu até as CRA de 107 e 86,7%. Nesse caso, maiores atividades enzimáticas foram observadas nos substratos L+B, L+A e L, respectivamente (Figura 15B). A enzima catalase (CAT) foi observada em maior quantidade no substrato L+A em condições de restrição hídrica (25%). No substrato L a atividade da

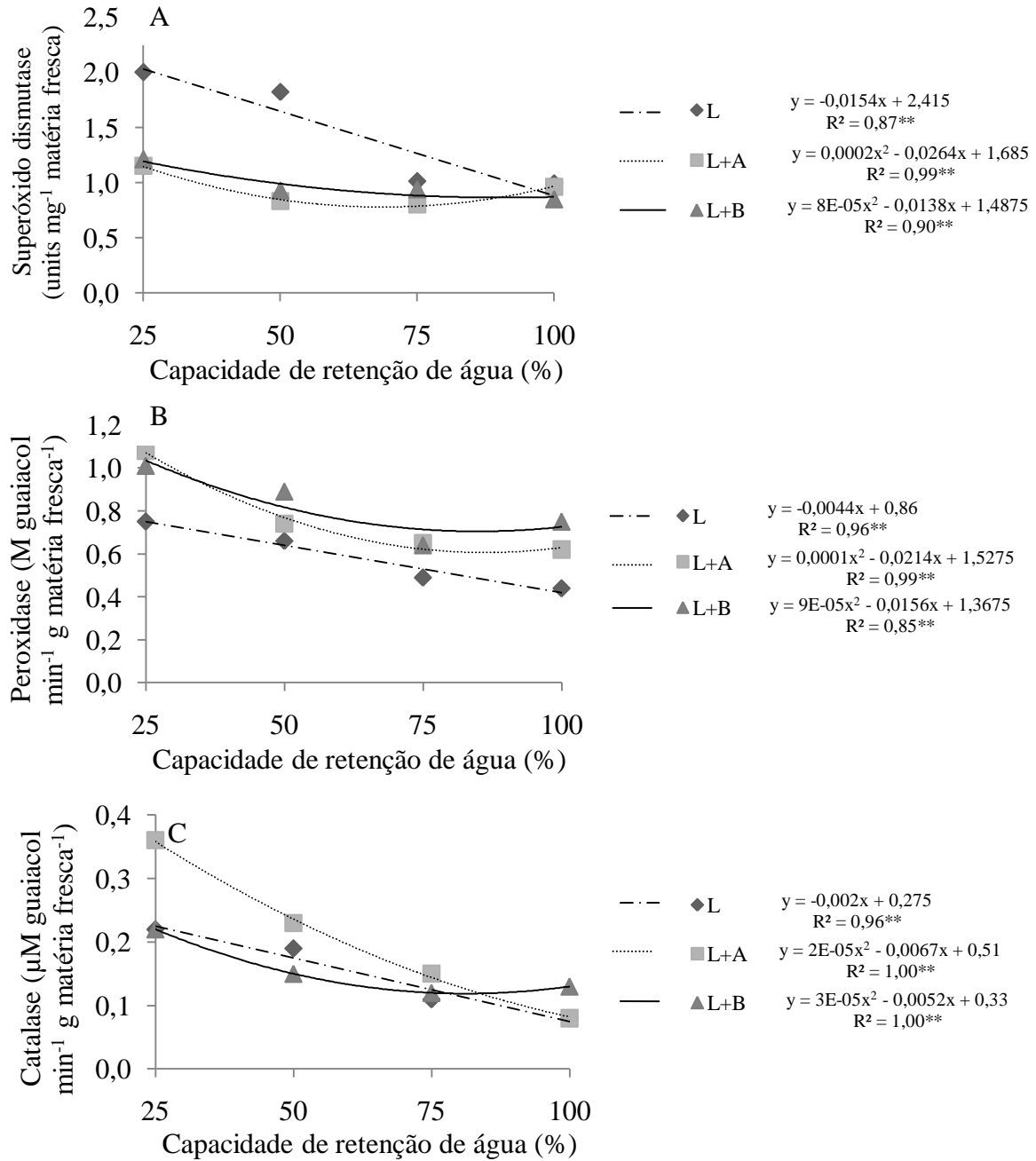
enzima diminuiu com o aumento da disponibilidade hídrica do substrato, enquanto no substrato L+B a atividade enzimática foi mínima na CRA de 86,7% (Figura 15C).

No sistema radicular de mudas de mangaba observou-se maior atividade da enzima SOD no substrato L, observando-se redução gradativa até a CRA de 92,5%, enquanto no substrato L+A foi verificada atividade mínima na CRA de 97,5%. Esses resultados sugerem maior atividade enzimática também em disponibilidades hídricas elevadas em função da restrição a difusão do oxigênio. Para o substrato L+B houve redução da atividade da SOD com aumento da CRA (Figura 16A).

Observou-se redução da atividade da POX de acordo com o aumento da disponibilidade de água no substrato L+A. Nos substratos L e L+B as mudas apresentaram aumento da atividade dessa enzima com máxima atividade nas CRA de 26,3 e 33,7%, respectivamente. O substrato L, quando comparado aos demais, apresentou maior atividade da POX (Figura 16B).

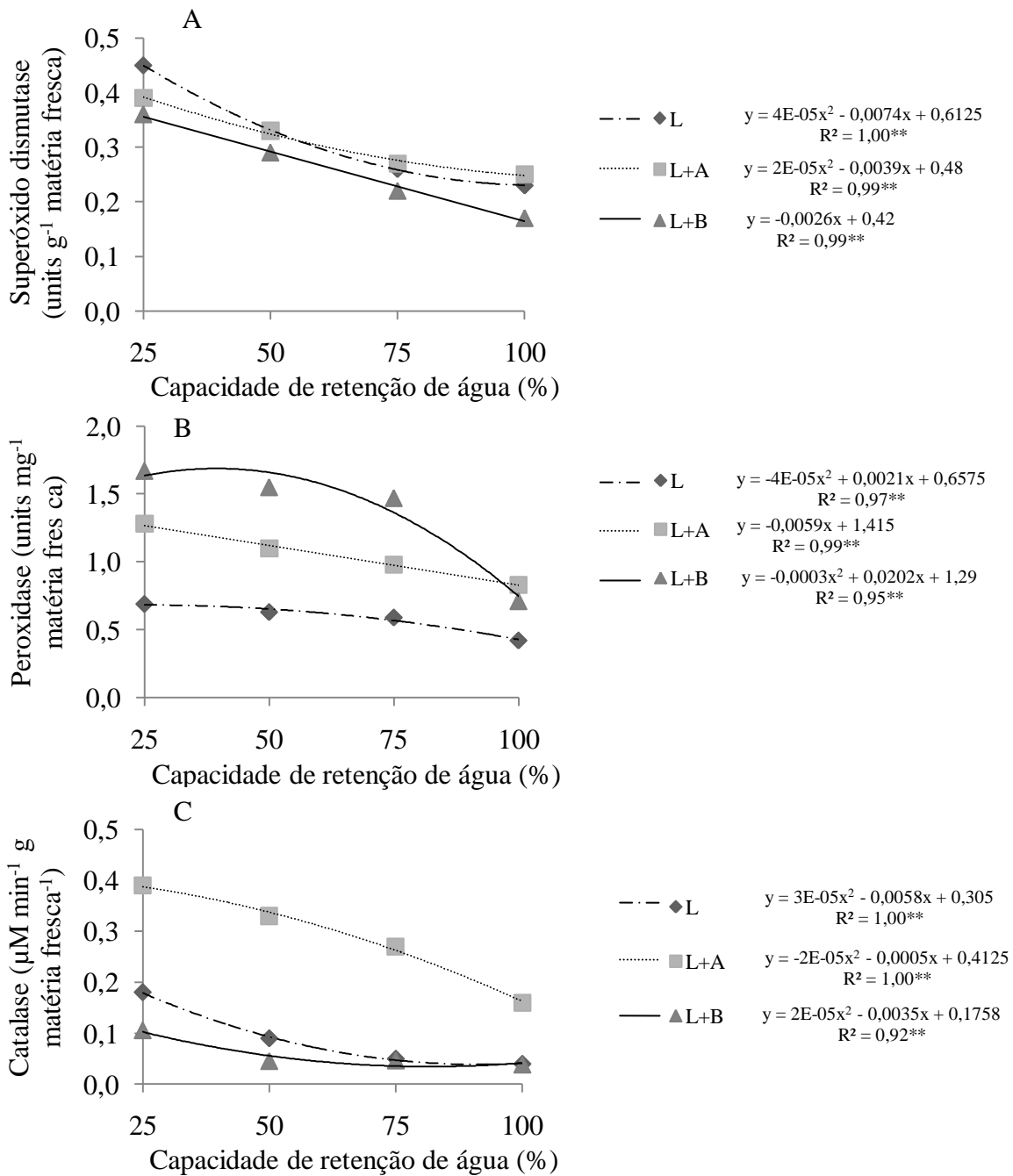
Como observado para a parte aérea de mudas de mangaba, houve maior atividade da CAT no sistema radicular no substrato L+A, verificando-se maiores resultados na CRA de 12,5% com posterior decréscimo em função dos maiores regimes hídricos. Para os substratos L e L+B houve redução da CAT com o aumento da CRA, observando-se atividade mínima em 96,7 e 87,5% da CRA, respectivamente (Figura 16C).

O aumento da atividade da SOD, POX e CAT na parte aérea e sistema radicular de mudas de mangaba, no presente trabalho, sugere que a restrição hídrica, representada por 25% da CRA, em todos os substratos, causa estresse oxidativo na espécie avaliada. Nessas condições o oxigênio ( $O_2$ ) é completamente reduzido por quatro elétrons transportados ao longo da cadeia respiratória, gerando duas moléculas de água. No entanto, uma pequena parcela dos elétrons escapa da cadeia respiratória, resultando em uma redução parcial do oxigênio molecular, levando à produção de espécies reativas de oxigênio (ERO), na forma de oxigênio singleto ( $^1O_2$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), radical hidroxila (OH) e ânion superóxido ( $O_2^-$ ) (MITTLER, 2002). Nas plantas, as ERO são subprodutos do metabolismo celular regular, mas podem ser produzidas em decorrência de diversas perturbações ambientais, como por exemplo, excesso de luz, seca, temperaturas elevadas e herbicidas (YU et al., 2003; SOARES e MACHADO, 2007).



**FIGURA 15.** Atividade das enzimas superóxido dismutase (A), peroxidase (B) e catalase (C) na parte aérea de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.





**FIGURA 16.** Atividade das enzimas superóxido dismutase (A), peroxidase (B) e catalase (C) no sistema radicular de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água. UFGD, Dourados, MS, 2011.

De acordo com Queiroz et al. (2002), há evidências de que os efeitos do estresse hídrico sobre o fotossistema II podem ser mediados pela produção e acumulação de ERO,

levando a extensivos danos às membranas, desencadeando processos peroxidativos de lipídios, com perda de eletrólitos pela célula e queda na atividade fotossintética. No entanto, após passar por uma situação estressante as plantas conseguem modular respostas de defesa de forma a superar tal estresse e retomar o metabolismo normal (SOARES e MACHADO, 2007). O aumento da tolerância aos estresses está fortemente relacionado ao aumento da atividade dos sistemas antioxidantes das plantas, por exemplo, com elevação no nível de expressão de proteínas como a CAT, a POX e a SOD (PRASAD, 1996; LIMA et al., 2002).

A SOD é a primeira enzima de defesa contra danos provocados pelas espécies reativas de oxigênio nas células, uma vez que ela transforma o ânion superóxido ( $O_2^-$ ) em oxigênio ( $O_2$ ) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), utilizando dois prótons hidrogênio ( $2H^+$ ). O  $H_2O_2$  produzido pode ser eliminado pela atuação da CAT, que o transforma em  $O_2$  e água ( $H_2O$ ) ou pela atuação da POX, que ao oxidar o ascorbato, o transforma em monodesidroascorbato. Caso os níveis de  $H_2O_2$  não sejam reduzidos por estas duas enzimas, o  $H_2O_2$  também pode reagir com outros ânions superóxido, pela reação de Haber-Weiss, resultando em  $O_2$ , íons  $OH^-$  e radical hidroxila ( $OH^\bullet$ ), aumentando o estresse oxidativo (RESENDE et al., 2003).

## CONCLUSÕES

Os substratos Latossolo Vermelho Distroférico (L), Latossolo+areia (L+A) e Latossolo+Bioplant<sup>®</sup> (L+B) podem ser recomendados para a emergência e crescimento inicial de mudas de mangabeira nas disponibilidades hídricas de 75 a 100%.

Os substratos compostos por cama de aviário e as disponibilidades hídricas de 25 e 50% prejudicam o crescimento e a qualidade de mudas de mangabeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M.D.; PRASAD, T.K.; STEWART, C.R. Changes in isozyme profiles of catalase, peroxidase, and glutathione reductase during acclimation to chilling in mesocotylus of maize seedlings. **Plant Physiology**, v. 109, n. 4, p. 1247-1257, 1995.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, v. 44, n. 1, p. 276-287, 1971.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

BUCCI, S. J.;SCHOLZ, S. Z.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C.; FRANCO, A. C.; ZHANG, Y.; HAO, G. Water relations and hydraulic architecture in Cerrado trees: adjustments to seasonal changes in water availability and evaporative demand. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 3, p. 233-245, 2008.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURA, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2004.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 9, n. 2, p. 117-123, 1997.

CONFORTO, E. C. Respostas fisiológicas ao déficit hídrico em duas cultivares enxertadas de seringueira (“RRIM 600” e “GT 1”) crescidas em campo. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 679-684, 2008.

DEL LONGO, O.T.; GONZÁLEZ, C.A.; PASTORI, G.M.; TRIPPI, V.S. Antioxidant defenses under hyperoxygenic and hyperosmotic conditions in leaves of two lines of maize with differential sensitivity to drought. **Plant Cell Physiology**, v. 34, n. 7, p. 1023-1028, 1993.

DIAS, T. J.; FERREIRA, C. S.; SOUZA, V. A. B.; FREIRE, J. L. O.; PEREIRA, W. E. Diferentes composições de substratos no crescimento de mudas de genótipos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 92-107, 2010.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DRESCH, D. M. Ecofisiologia da germinação e do crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* (CAMB.) em diferentes substratos e disponibilidades hídricas. 2011, 89 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2011.

EDMOND, J. B.; DRAPALLA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination on okra seeds. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, v. 71, p. 428-34, 1958.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da RBRAS, 45, 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, p. 255-258, 2000.

FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURU, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

FLOSS, E. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. 4 ed. Passo Fundo: UPF, 2008. 733p.

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

FRANCO, A. C. Relações hídricas em plantas do cerrado: as plantas lenhosas do cerrado transpiram livremente? In: PRADO, CHBA; CASALI, CA. **Fisiologia Vegetal**: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral. Barueri: Manole, 2006. 466 p.

GINDABA, J.; ROSANOV, A.; NEGASH, L. Response of seedlings of two Eucalyptus and three deciduous tree species from Ethiopia to severe water stress. **Forest Ecology and Management**, v. 201, p. 119–129, 2004.

GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutases. I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, v. 59, n. 2, p. 309-314, 1977.

GOMES, J.M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. 2001. 126p. **Tese** (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

KOLB, R. M.; JOLY, C. A. Germination and anaerobic metabolism of seeds of *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC subjected to flooding and anoxia. **Flora**, v. 205, p. 112–117, 2010.

KOS, M.; POSCHLOD, P. Correlates of inter-specific variation in germination response to water stress in a semi-arid savannah. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, p. 645–652, 2008.

- KUNZ, J. H. BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, 2007.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.
- LENHARD, N. R.; SCALON, S. P. Q.; NOVELINO, J. O. Crescimento inicial de mudas de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* MART. ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) sob diferentes regimes hídricos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 870-877, 2010.
- LIMA, A.L.S.; DAMATTA, F.M.; PINHEIRO, H.A.; TOTOLA, M.R.; LOUREIRO, M.E. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. **Environmental and Experimental Botany**, v. 47, p. 239-247, 2002.
- LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 93-99, 2009.
- LOBO, F. A.; CAMPELO JUNIOR, J. H.; RODRIGUEZ-ORTÍZ, C. E.; LUCENA, I. C.; VOURLITIS, G. L. Leaf and fruiting phenology and gas exchange of Mangabeira in response to irrigation. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 1, 2008.
- MACEDO, G.A.; PASTORE, G.M.; SATO, H.H.; PARK, Y.K. **Bioquímica Experimental de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2005, 187 p.
- MAGUIRE, J.B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**. v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARAGHNI, M.; GORAI, M.; NEFFATI, M. Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Zizyphus lotus*. **South African Journal of Botany**, v. 76, p. 453-459, 2010.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v. 12, 2005, 495 p.
- MARIANO, K. R. S.; BARRETO, L. S.; SILVA, A. H. B.; NEIVA, G. K. P.; RIBEIRO, A. J.; AMORIM, S. M. C. Fotossíntese e tolerância protoplasmática foliar em *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL. **Floresta**, v. 39, n. 4, p. 853-859, 2009.
- MARTINS, M. O.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, M. G. Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. - MELIACEAE) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.
- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant in Science**, v. 9, p. 405-410, 2002.

NASCIMENTO, H. H. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C.; SILVA, M. A. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 617-626, 2011.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA JÚNIOR, J. F. Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 15-18, 2003.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; FREITAS, C. J. P. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de matéria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde**, v. 5, n. 3, p. 152-159, 2010.

PORPORATO, A.; LAIO, F.; RIDOLFI, L.; RODRIGUEZ-ITURBE, I. Plants in water-controlled ecosystems: active role in hydrologic processes and response to water stress. III – Vegetation water stress. **Advances in Water Resources**, v. 24, p. 725-744, 2001.

PRASAD, T.K. Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities. **Plant Journal**, v. 10, p. 1017-1020, 1996.

QUEIROZ, C. G. S.; GARCIA, Q. S.; LEMOS FILHO, J. P. Atividade fotossintética e peroxidação de lipídios de membrana em plantas de aroeira-do-sertão sob estresse hídrico e após reidratação. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, n. 1, p. 59-63, 2002.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006.

RESENDE, M.L.V.; SALGADO, S.M.L.; CHAVES, Z.M. Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas a patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 123-130, 2003.

ROSA, M. E. C.; NAVES, R. N.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. Produção e crescimento de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) em diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 65-70, 2005.

ROSSATO, D. R.; FRANCO, A. C. Expansão e mortalidade de ramos em espécies arbóreas do cerrado *sensu stricto*. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 4, p. 715-719, 2008.

ROSSATO, D. R.; HOFFMANN, H. A.; FRANCO, A. C. Características estomáticas de pares congêneros de cerrado e mata de galeria crescendo numa região transicional no Brasil Central. **Acta Botânica Brasílica**, v. 23, n. 2, p. 499-508, 2009.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SANTOS, M. C.; LÉDO, A. S.; LÉDO, C. A. S.; SOUZA, F. V. D.; SILVA JÚNIOR, J. F. Efeito da sacarose e do sorbitol na conservação *in vitro* de segmentos nodais de mangabeira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 735-741, 2011.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D.; KÄMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. Crescimento de quatro espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico em casa-de-vegetação. **Revista Ceres**, v. 50, n. 288, p. 203-217, 2003.

SILVA, B. M. S.; CARVALHO, N. M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R.A. Howard. – Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 55-65, 2008.

SILVA, E. A.; OLIVEIRA, A. C.; MENDONÇA, V.; SOARES, F. M. Substratos na produção de mudas de mangabeira em tubetes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 279-285, 2011.

SOARES, A. M. S.; MACHADO, O. L. T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica**, v. 1, n. 1, p. 9, 2007.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; ALVARENGA, A. V.; NERY, F. C.; VARGAS, D. P.; SILVA, D. R. G. Taxa de multiplicação e efeito residual de diferentes fontes de citocinina no cultivo *in vitro* de *Hancornia speciosa* Gomes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 152-157, 2011.

SOUZA, C.C.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, I.F.; AMORIM NETO, M.S. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, v. 4, n. 3, p. 338-342, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848 p.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.

VIEIRA NETO, R.D. Efeito de diferentes substratos na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 20, n. 3, p. 265-71, 1998.

VIEIRA, E. A.; GOMES, A. S. Desenvolvimento inicial de plantas de pau-terra-do-cerrado sob diferentes regimes hídricos. **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, p. 58-65, 2011.

WAGNER JÚNIOR, A.; SANTOS, C. E. M.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, J. O. C.; NEGREIROS, J. R. S.; PIMENTEL, L. D.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H. Influência do pH da água de embebição das sementes e do substrato na germinação e desenvolvimento



inicial do maracujazeiro doce. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 231-235, 2006.

YANG, X.; DONG, M.; HUANG, Z. Role of mucilage in the germination of *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae) achenes exposed to osmotic stress and salinity. **Plant Physiology and Biochemistry**, n. 48, p. 131-135, 2010.

YU, J. Q.; YE, S. F.; ZHANG, M. F.; HU, W. H. Effects of root exudates and aqueous root extracts of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals, on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 31, p. 129, 2003.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007.

## **CAPÍTULO II**

**EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE  
*Hancornia speciosa* GOMES EM DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE LUZ**

## **Emergência de plântulas e crescimento inicial de mudas de *Hancornia speciosa* Gomes em diferentes substratos e níveis de luz**

Autora: Carla Regina Baptista Gordin

Orientadora: Silvana de Paula Quintão Scalon

**RESUMO** – A mangabeira (*Hancornia speciosa*) é uma frutífera nativa do Cerrado que possui frutos apreciados para o consumo *in natura* e utilizados na industrialização de sucos, doces e sorvetes. No entanto, são incipientes as informações referentes à germinação das sementes e à produção das mudas dessa espécie. Portanto, objetivou-se com esse trabalho estudar diferentes substratos e níveis de luz na emergência de plântulas e no crescimento inicial de mudas de mangabeira. As sementes foram depositadas em sacos de polietileno contendo como substratos: solo natural da região de Dourados/MS (Latossolo Vermelho Distroférico – L), Latossolo + Areia (L+A) na proporção 1:1 (v:v); Latossolo + Bioplant® (L+B) na proporção 1:1 (v:v) e as embalagens foram mantidas em casas de vegetação com 30 e 70% de sombreamento e a pleno sol. Para a avaliação da emergência das plântulas foram determinados a porcentagem, o índice de velocidade e o tempo médio de emergência de plântulas. As mudas foram avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência (DAE) por meio da sobrevivência, número de folhas, altura, diâmetro do coleto, índice de clorofila, área foliar, massas secas da parte aérea e das raízes, índice de qualidade de Dickson, fotossíntese, transpiração e condutância estomática. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os substratos L, L+A e L+B no sombreamento de 70% são recomendados para a emergência de plântulas de mangaba. As mudas de mangaba desenvolvem-se a pleno sol ou em níveis de sombreamento de 30 e 70%. No entanto, as taxas transpiratória e fotossintética e a condutância estomática das mudas são maiores nos substratos L e L+B no sombreamento de 70%.

**Palavras-chave:** Cerrado, luminosidade, mangaba, sombreamento, produção de mudas.

## **Emergence and initial growth of *Hancornia speciosa* Gomes seedlings in different substrates and light levels**

Author: Carla Regina Baptista Gordin

Adviser: Silvana de Paula Quintão Scalon

**ABSTRACT** - Mangaba fruit (*Hancornia speciosa*) is a fruit native of Cerrado due to the high protein content of its fruits, that are very appreciated for *in natura* consumption and for production of candy, juices and ice creams. Although, the information about the seed germination and seedling production of this specie is still incipient. Therefore, the aim of this work was to study different substrata and light levels of seedlings in initial growth of mangaba fruits. Seeds were deposited in polyethylene sac with the substrata: natural soil of the Dourados-MS region (Distroferic Red Latossol – LVD); Latossol + sand (LVD + A) 1:1 proportion (v:v); Latossol \_ Bioplant® (LVD + Bio) 1:1 proportion and they were kept in greenhouse with 30 and 70% of shading and at full sun. For evaluation of seedling emergence, percentage, velocity index and average time of seedling emergence were determined. Seedlings were evaluated on 35, 70, 105 and 140 days after emergence (DAE) by surviving, number of leaves, height, average length of roots, stem diameter, chlorophyll index, leaf area, dry weight of aerial part and of roots, Dickson quality index, photosynthesis, transpiration and stomatal conductance. We used a randomized design and data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. L+A, L+B and L substrata at 70% of shading are recommended for seedling emergence of mangaba fruit. Mangaba seedlings develop at full sun or in 30 and 70% shading levels, this way, there is not significant differences among their morphophysiological characteristics in those ambients. However, transpiratory and photosynthetic rates and conductance of seedlings were higher in substrata under 70% of shading.

**Keywords:** Cerrado, luminosity, mangaba fruit, shading, seedling production.

## INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* – Apocynaceae) é uma frutadeira nativa do Cerrado que possui frutos extremamente apreciados, consumidos *in natura* e utilizados na industrialização de sucos, doces e sorvetes (SILVA et al., 2011; SOARES, 2011). Quando verdes os frutos têm alto teor de látex, que diminui de acordo com a maturação e pode ser usado medicinalmente no tratamento de distúrbios gástricos e tuberculose (SAMPAIO et al., 2006). Dessa forma, em vista do seu grande potencial econômico, a mangabeira tem despertado interesse crescente em consumidores e setores ligados à sua industrialização e comércio (GANGA et al., 2010). É também considerada uma espécie de importância social e ambiental no Centro-Oeste e no Nordeste do Brasil, contribuindo para a geração de empregos e podendo ser utilizada em cultivos comerciais e reflorestamento de áreas degradadas ou de baixa capacidade de uso (MARTINOTTO, 2006). No entanto, o extrativismo ainda é uma forma de exploração, constituindo-se numa grande barreira para o aproveitamento de todas as suas potencialidades (SOARES et al., 2007a).

Na garantia de se obter mudas de qualidade alguns cuidados são indispensáveis e, dentre eles, a escolha do tipo de substrato tem grande importância. O substrato pode ser definido como qualquer material usado com a finalidade de servir de base para o desenvolvimento de uma planta até a sua transferência para o viveiro ou para a área de produção e, portanto, influencia tanto a germinação das sementes quanto o desenvolvimento das plantas (TONIN E PEREZ, 2006; BASTOS et al., 2007). Deve ter a capacidade de reter água suficiente de forma a assegurar o suprimento de umidade para as sementes; ter uma estrutura aberta e porosa, permitindo boa aeração; e ser isento de fungos e bactérias (BRASIL, 2009).

Na escolha do substrato devem ser consideradas algumas características físicas, químicas e biológicas relacionadas à espécie a ser plantada, além dos aspectos econômicos (NOMURA et al., 2008; PEREIRA et al., 2010). Dessa forma, a mistura de diferentes componentes para se conseguir um substrato adequado à obtenção de mudas de qualidade e com sanidade adequada em curto período de tempo pode propiciar ganhos na produção de mudas das espécies frutíferas e ainda ocasionar a redução do custo final (DAVID et al., 2008).

Desde que haja disponibilidade de água e oxigênio, a temperatura e a luz são os principais fatores ambientais que afetam a germinação de sementes no solo. Algumas sementes sob baixas temperaturas são insensíveis à luz, germinando tanto na luz como no escuro, já em temperaturas amenas apresentam fotossensibilidade, germinando somente na luz e quando em temperaturas mais elevadas podem apresentar dormência ou mesmo a perda da viabilidade. Essa interação entre a luz e a temperatura está relacionada à atuação das diferentes formas de fitocromo (VIEIRA et al., 2007).

A luz também é importante para a produção de mudas. O sombreamento é uma das práticas culturais capazes de alterar a qualidade morfofisiológica das plantas desde a fase de viveiro até o plantio no campo (JOSÉ et al., 2005). O trabalho com sombreamento de mudas consiste na avaliação do seu crescimento sob diferentes níveis de luminosidade, visando a compreensão do comportamento e exigência das espécies durante a fase de viveiro (CÂMARA E ENDRES, 2008). A diversidade de respostas das plantas à luminosidade é grande, sobretudo quanto ao crescimento e ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e à sobrevivência das mudas, sendo que a eficiência do crescimento de mudas está relacionada à habilidade de adaptação das plântulas às condições de intensidade luminosa do ambiente (MELLO et al., 2008; CARON et al., 2010).

Diante da importância da espécie e da necessidade de informações referentes à emergência de plântulas e à produção de mudas, objetivou-se com esse trabalho estudar diferentes substratos e níveis de luz na emergência de plântulas e no crescimento inicial de mudas de mangabeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), entre o quarto trimestre de 2010 e o segundo trimestre de 2011, observando-se durante o período experimental temperatura e umidade relativa médias de 24,1 °C e 75,2%, respectivamente.

Os frutos de mangabeira (*H. speciosa* Gomes) utilizados foram coletados no início do amadurecimento, a partir de 15 matrizes previamente selecionadas e georreferenciadas, em vegetação remanescente de Cerrado, no município de Nova Alvorada do Sul, localizado a latitude 21°27'S, longitude 54°23'W e 407 metros de altitude. Posteriormente, foram levados ao Laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas da UFGD, onde foram selecionados quanto à integridade e despolidos manualmente. As sementes foram lavadas em água corrente para a eliminação dos resíduos de polpa e secas superficialmente sobre folhas de papel toalha. Foi determinado o grau de umidade pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 17 horas (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 20 sementes. Os resultados foram calculados com base no peso das sementes úmidas e foram expressos em porcentagem, observando-se grau de umidade inicial de 50,1%.

A semeadura foi realizada em sacos de polietileno específicos para a produção de mudas, com capacidade para 1 L, utilizando como substratos: solo natural da região de Dourados/MS (Latosolo Vermelho Distroférrico – L), Latossolo + Areia (L+A) na proporção 1:1 (v:v); Latossolo + Bioplant<sup>®</sup> (L+B) na proporção 1:1 (v:v), cujas análises químicas podem ser observadas no Quadro 1. Todos os substratos foram secos ao ar livre e passados através de peneira de 2 mm de malha antes das misturas das frações. As embalagens foram mantidas em casas de vegetação revestidas de Sombrite<sup>®</sup> com redução da luminosidade em 30 e 70% e a pleno sol.

**QUADRO 1.** Análise química das amostras dos substratos testados para a emergência de plântulas e produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). UFGD, Dourados, MS, 2011

Substrato	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%
L	4,3	1,58	0,7	1,9	0,7	2,5	27,1	5,2	51,8
L+A	4,4	0,58	0,3	1,4	0,6	1,8	19,9	3,8	52,0
L+B	5,2	51,0	39,3	10,5	5,6	7,8	199,3	27,8	71,9

pH em CaCl<sub>2</sub> – pH em solução centimolar de cloreto de cálcio; P – Fósforo extraído do solo por meio de Mehlich; K – Potássio, formas trocáveis; Ca – Cálcio, formas trocáveis; Mg – Magnésio, formas trocáveis; H + Al – Acidez potencial; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de troca de cátions; V% - Índice de saturação por bases.

O experimento teve duração de 184 dias e para a avaliação da emergência de plântulas as contagens foram realizadas diariamente durante 44 dias para a determinação da **porcentagem de emergência** e **tempo médio (TME)** e **índice de velocidade de emergência** de plântulas (IVE), de acordo com Edmond e Drapalla (1958) e Maguire (1962), descritos por Ranal e Santana (2006).

Parte das características morfológicas das mudas foram avaliadas aos 35, 75, 105 e 140 dias após a emergência (DAE), utilizando-se duas mudas representativas de cada repetição. Obteve-se o registro de **sobrevivência de mudas**, levando-se em consideração o número de plantas sobreviventes a cada avaliação; **altura**, obtida por meio de régua graduada e expressa em centímetros; **diâmetro do coleto**, com auxílio de paquímetro digital de precisão (0,001 mm); **número de folhas**, contando-se o número total de folhas por planta; **índice relativo de clorofila**, efetuado por meio do clorofilômetro SPAD 502; **taxa fotossintética**, **transpiração** e **condutância estomática** das mudas por meio do aparelho medidor de Fotossíntese Analyser LCI, utilizando-se duas folhas intermediárias das mudas representantes de cada repetição.

Aos 140 DAE as mudas foram retiradas do substrato e lavadas em água corrente para a avaliação das seguintes características morfológicas e suas relações para determinação dos índices de qualidade das mudas: **área foliar**, utilizando o aparelho Area meter 3100; **comprimento médio das raízes**, obtido por meio de régua graduada e expresso em centímetros; **índice de qualidade de Dickson** obtido pela fórmula: IQD = massa seca total/(relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto + relação massa seca da parte aérea e



das raízes) (DICKSON et al., 1960) e **massas secas da parte aérea e das raízes**, após secagem do material vegetal em estufa com renovação de ar regulada a 65 °C por 72 horas e pesagem em balança analítica de precisão, cujos resultados foram expressos em gramas.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Os dados de porcentagem de emergência, IVE, TME, área foliar, comprimento médio das raízes, massas secas da parte aérea e das raízes e IQD foram analisados em esquema fatorial 3 x 3 (substratos x níveis de luz) e submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. No caso de significância, foram submetidos ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

Os dados de sobrevivência, número de folhas, índice de clorofila, diâmetro de coleto, altura, taxas fotossintética e transpiratória e condutância estomática foram analisados em esquema de parcelas sub-subdivididas, onde as parcelas foram constituídas dos três substratos, as subparcelas dos três níveis de luz e as sub-subparcelas das quatro épocas de avaliação. Os dados foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade e, no caso de significância, ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Emergência de plântulas

Não houve interação significativa entre os substratos e os níveis de sombreamento estudados para a porcentagem e o índice de velocidade de emergência de plântulas de mangaba (Anexo E), verificando-se efeitos apenas dos sombreamentos sobre essas variáveis, onde os maiores resultados foram observados em 70% de sombreamento (Quadro 2). O tempo médio de emergência de plântulas não foi influenciado significativamente pela interação dos substratos e ambientes e pelos dois fatores isolados, apresentando média de 23,8 dias para a emergência de plântulas (Anexo E).

**QUADRO 2.** Porcentagem de emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos ou sombreamentos. UFGD, Dourados, MS, 2011

Tratamentos		E	IVE
		(%)	
Substratos	L	15,63 A	0,036 A
	L+A	18,75 A	0,044 A
	L+B	14,58 A	0,036 A
Sombreamentos (%)	0	9,38 B	0,020 B
	30	17,71 AB	0,042 AB
	70	21,88 A	0,053 A
C.V. (%)		84,95	84,54
Médias		16,32	0,039

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si ao nível dos substratos e sombreamentos, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V.(%) = coeficiente de variação.

Oliveira e Valio (1992), estudando a germinação de sementes de *H. speciosa* na presença ou ausência de luz afirmaram que, como muitas espécies do Cerrado, suas sementes não são sensíveis a luz na faixa de 15 a 35 °C. Ao contrário do encontrado no presente estudo, Fonseca et al. (1994) observaram valores médios de índice de velocidade e de porcentagem de emergência de sementes de mangaba superiores em ambiente com 100% de luminosidade do que em ambiente com 50% de luminosidade, assumindo valores de emergência de 32,4 e 8,4%, respectivamente, concluindo que a mangabeira é uma espécie sensível a luz. Dessa forma, pode-se inferir que as sementes de mangaba germinam tanto na presença quanto na ausência de luz, mas são sensíveis à quantidade ou intensidade luminosa durante a germinação e emergência de plântulas.

No presente estudo, é provável que nos ambientes sombreados tenha havido secagem mais lenta do substrato do que na condição de alta irradiância, mantendo o suprimento de água adequado para a emergência de plântulas. A viabilidade de sementes de mangaba é relativamente curta, não tolerando a dessecação depois de retiradas dos frutos, sendo que um atraso na germinação em função da baixa umidade do substrato mantido a pleno sol pode ter contribuído para a baixa emergência de plântulas.

Com relação aos substratos Nogueira et al. (2003) e Soares et al. (2007b) também observaram maiores percentuais e índices de velocidade de germinação de sementes de mangaba no substrato areia. Para que ocorra a germinação e emergência, as sementes não necessitam de nutrientes, mas de hidratação e aeração para que se procedam as reações que induzam à formação da raiz primária, sendo que a porosidade adequada do substrato permite o movimento de água e de ar, favorecendo a germinação de forma mais rápida. De acordo com Cavalcante et al. (2008), a pleno sol a recomendação é que se utilizem substratos comerciais misturados com areia em proporções inferiores a 1:1 (v:v). Dessa forma evita-se a perda de água muito rápida pelo substrato, que prejudica a germinação e a emergência de plântulas.

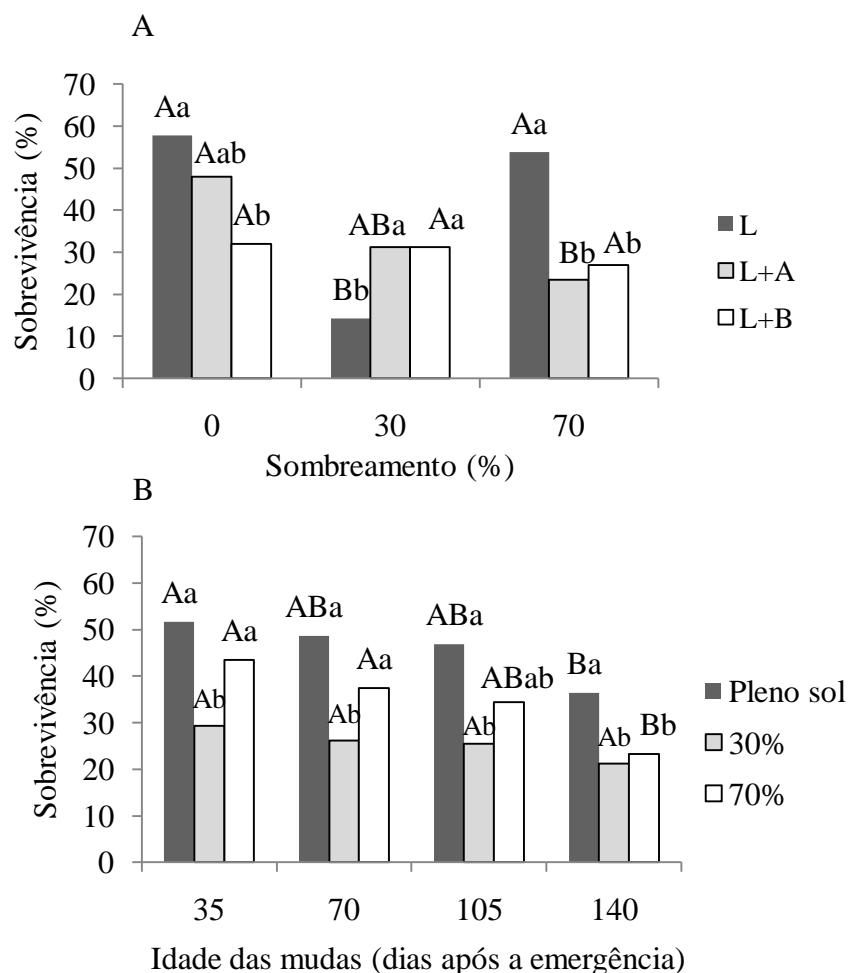
### **Crescimento inicial de mudas**

Maior sobrevivência de plantas foi observada, de maneira geral, a pleno sol, observando-se maior porcentagem no substrato L, que foi estatisticamente igual nesse ambiente e no sombreamento de 70%. As mudas cultivadas no substrato L+B não foram

influenciadas pelos sombreamentos empregados e no substrato L+A apresentaram maior sobrevivência a pleno sol, diferindo estatisticamente do sombreamento de 70%. Os substratos diferiram entre si apenas nos ambientes sombreados, sendo que sob 70% de sombreamento o substrato L diferiu dos demais e a 30% de sombreamento os substratos L+A e L+B foram estatisticamente superiores ao L (Figura 1A).

A sobrevivência das mudas produzidas com 30% de sombreamento não apresentou diferença significativa ao longo das avaliações. A pleno sol e no sombreamento de 70% as maiores porcentagens de sobrevivência foram observadas dos 35 aos 105 DAE (Figura 1B). Não houve interação entre os substratos e épocas de avaliação para a sobrevivência das mudas, observando-se efeitos apenas dos substratos avaliados, sendo o substrato L o que proporcionou maior sobrevivência em relação aos demais substratos (41,9%), não diferindo estatisticamente do L+A (34,2%). Cavalcante et al. (2008), também observaram menor sobrevivência de mudas de araticum (*Annona crassiflora*) quando produzidas em substrato comercial Plantmax H. A.<sup>®</sup>, Plantmax H. A.<sup>®</sup> + areia (1:1) e substrato comercial Golden Mix granulado<sup>®</sup> + areia (1:1).

De acordo com Caron et al. (2010), as mudas de guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) apresentaram, ao final do período experimental, 100% de sobrevivência nos sombreamentos de 0, 30, 50 e 70%. Já Almeida et al. (2005), observaram menor sobrevivência de mudas de caroba (*Jacaranda puberula*) a pleno sol, em comparação com os sombreamentos de 30, 50 e 70%. Mello et al. (2008) também observaram sobrevivência superior de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) nos menores níveis de sombreamento, afirmando ser resultados típicos de espécies heliófitas, as quais necessitam de maiores quantidades de radiação solar para sobreviver.



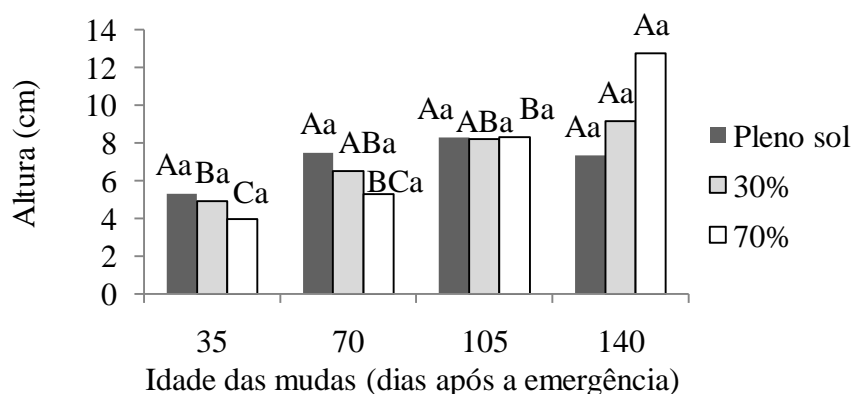
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato dentro de diferentes sombreamentos (1A) e o mesmo sombreamento em diferentes idades das mudas (1B) e letras minúsculas comparam dentro do mesmo sombreamento (1A) e idade da muda (1B).

**FIGURA 1.** Sobrevivência de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Não foram observados efeitos isolados ou interação significativa entre os substratos e os níveis de luz estudados para a altura (7,3 cm), diâmetro do coleto (1,6 mm), número de folhas (8,2), índice relativo de clorofila ( $29,3 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), comprimento das raízes (17,6 cm) e índice de qualidade de Dickson (3,7) das mudas de mangabeira (Anexos F e G).

Também não houve interação significativa entre substratos e avaliações (Anexo F), observando-se efeitos apenas das épocas de avaliação sobre a altura de mudas de mangaba,

que foi crescente a partir dos 35 DAE, verificando-se os maiores resultados aos 140 DAE em 70% de sombreamento. Aos 35 DAE verificou-se menor altura para todos os níveis de luz, embora o ambiente a pleno sol não tenha sido influenciado pelas avaliações (Figura 2).



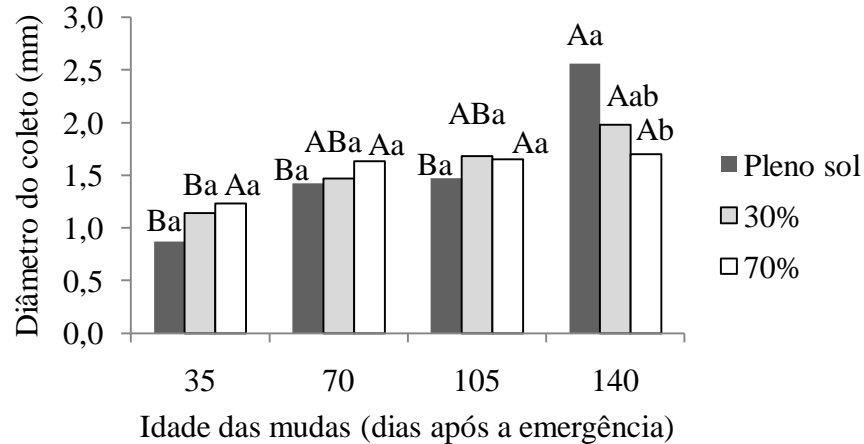
Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam o mesmo sombreamento dentro das diferentes idades das mudas e letras minúsculas comparam dentro da mesma idade da muda.

**FIGURA 2.** Altura de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Fonseca et al. (2002), observaram aumento da parte aérea de crindiúva (*Trema micrantha*) com o aumento da permanência das mudas sob sombreamento. Rego e Possamai (2006) constataram que o crescimento das mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) foi reduzido quando foram cultivadas sob altos e baixos níveis de luminosidade, apresentando os maiores valores por volta de 63% de luminosidade. Já Scalon et al. (2001), verificaram maior altura em mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora*) quando submetidas a pleno sol. A altura das mudas é um bom indicativo da adaptabilidade de uma espécie às condições de luminosidade e ao analisar os resultados obtidos no presente estudo, observou-se que as mudas de mangaba, nessa fase de crescimento, desenvolvem-se em todos os ambientes avaliados.

Não houve interação entre substratos e avaliações, observando-se efeitos isolados apenas das épocas de avaliação para o diâmetro do coleto (Anexo F). Em ambiente com 70% de sombreamento não houve diferença estatística entre as épocas de avaliação para o diâmetro do coleto, enquanto para os demais níveis de luz os maiores diâmetros foram verificados aos

140 DAE, onde os maiores resultados foram proporcionados pela ausência de sombreamento (Figura 3).



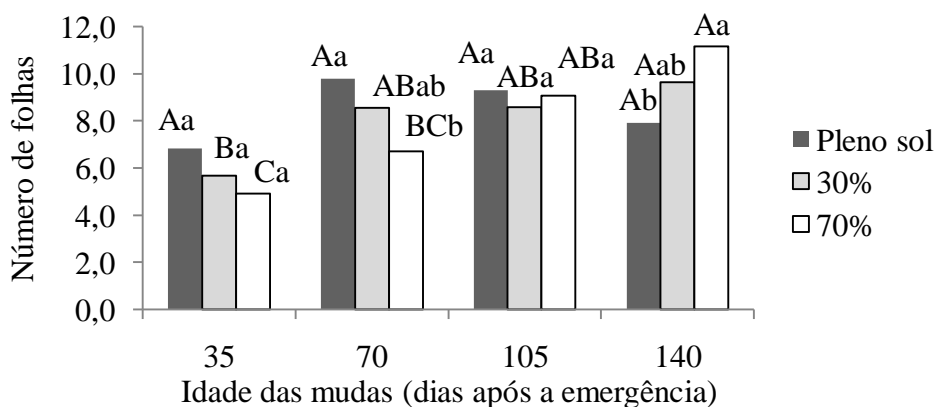
Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam o mesmo sombreamento dentro de diferentes idades das mudas e letras minúsculas comparam dentro da mesma idade da muda.

**FIGURA 3.** Diâmetro do coleto de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Caron et al. (2010), estudando o crescimento inicial de mudas de guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) sob diferentes sombreamentos, também observaram que o diâmetro do coleto das plantas não apresentou variação significativa nos diferentes sombreamentos. Comportamento semelhante foi observado por Carvalho et al. (2006) com plantas de licuri (*Syagrus coronata*), apesar das plantas mostrarem tendência de maior diâmetro quando cresciam em 70% de sombreamento. Por outro lado, Almeida et al. (2005) constataram maiores valores de diâmetro do coleto em plantas de Moreira (*Maclura tinctoria*) nas condições de pleno sol e 50% de sombreamento, porém para fedegoso (*Senna macranthera*) os maiores valores foram encontrados sob condições sombreadas. O maior diâmetro de caule é uma característica desejável em mudas porque garante maior sustentação das mesmas, uma vez que sugere maior particionamento de fotoassimilados da parte aérea (SCALON et al., 2001).

Para os ambientes sombreados os maiores números de folhas foram obtidos aos 140 DAE, sendo que nessa época as mudas submetidas a 70% de sombreamento proporcionaram melhores resultados. Aos 70 DAE as mudas mantidas a pleno sol apresentaram maior número de folhas que as mudas sombreadas e nas demais avaliações os níveis de luz não diferiram entre si (Figura 4). Também não houve interação significativa entre os substratos e épocas de avaliação para o número de folhas (Anexo F), observando-se diferença significativa apenas entre as épocas de avaliação, cujos menores resultados foram observados aos 35 DAE (5,81).

Câmara e Endres (2008) observaram maior número de folhas em plantas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) expostas a 50% de sombreamento, havendo redução significativa nesses valores em plantas expostas a pleno sol e a 92% de sombreamento. Já para as plantas de chichá (*Sterculia foetida*), segundo os mesmos autores, houve equivalência entre o número de folhas entre os tratamentos de 0, 50, 70 e 92% de sombreamento. Entretanto, Lima et al. (2010) verificaram menor número de folhas em mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) produzidas sob sombreamento.



Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam o mesmo sombreamento dentro de diferentes idades das mudas e letras minúsculas comparam dentro de uma mesma idade da muda.

**FIGURA 4.** Número de folhas de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.



Para a área foliar não houve interação significativa entre os substratos e níveis de luz (Anexo G), entretanto, observou-se efeito isolado dos substratos avaliados, verificando-se folhas com maior área nos substratos L+A e L+B, com média de  $0,21\text{cm}^2$ , comparados ao substrato L, com média de  $0,08\text{ cm}^2$ . O bom desempenho desses substratos pode estar relacionado com características físicas e químicas superiores às do substrato composto apenas por Latossolo Vermelho Distroférico.

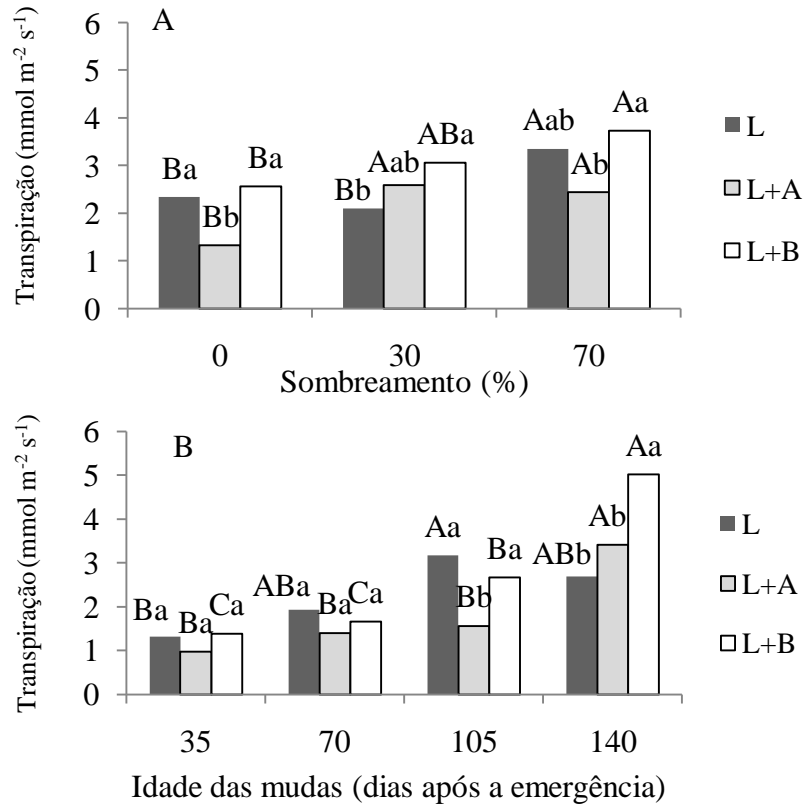
Normalmente, em condições de maior sombreamento tem-se maior número de folhas com maior área foliar, a fim de compensar as menores taxas fotossintéticas sob essas condições, enquanto a pleno sol observa-se menor número de folhas e/ou folhas com menor área foliar (DOUSSEAU et al., 2007). Segundo Duz (2004), sob baixa quantidade de luz as espécies tendem a aumentar a absorção de luz, alocando mais biomassa para as folhas que para raízes e aumentando a área foliar, o que resulta em folhas mais finas e maiores. Já sob alta quantidade de luz, as espécies tendem a restringir a transpiração e aumentar a capacidade fotossintética, resultando em folhas menores e mais grossas, representando um aumento na quantidade e capacidade do aparato fotossintético por unidade de área. Além disso, a diminuição do tamanho das folhas reduz a camada adjacente entre atmosfera e folha, permitindo maior perda de calor por convecção para o ambiente, sendo necessária, dessa maneira, menor transpiração para resfriar a folha.

Para o índice de clorofila também não houve interação entre substratos e épocas de avaliação e entre níveis de luz e épocas de avaliação (Anexo F). No entanto, o índice foi ligeiramente menor nas mudas produzidas a pleno sol ( $27,94\text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ ) quando comparado com os demais níveis de luz, que apresentaram, em média,  $29,92\text{ }\mu\text{g mL}^{-1}$ . Da mesma forma, Lima et al. (2010) observaram que o teor de clorofila total de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) aumentou com o acréscimo do nível de sombreamento. Segundo os mesmos autores, sob radiações intensas o processo de degradação da clorofila ocorre de forma pronunciada, portanto folhas de sombra possuem maiores concentrações de clorofila total e, além disso, o maior acúmulo de clorofila nos níveis de maior sombreamento pode ser uma estratégia da espécie para a compensação da menor quantidade de radiação disponível.

Apesar de não ter havido diferença significativa entre níveis de luz para o comprimento das raízes (Anexo G) observou-se crescimento radicular um pouco menor para

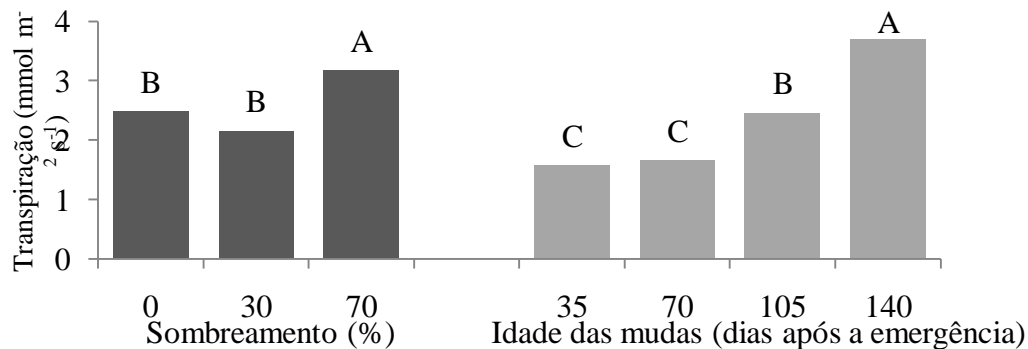
as mudas submetidas a pleno sol (15,63 cm), enquanto com 30 e 70% de sombreamento as mudas apresentaram comprimento médio das raízes de 19,85 e 17,37 cm, respectivamente. Lima et al. (2010) observaram comportamento semelhante para mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*). Câmara e Endres (2008), ao contrário, observaram maior comprimento das raízes de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) e chichá (*Sterculia foetida*) em maiores disponibilidades de luz. De acordo com esses autores, esses resultados são decorrentes dos prejuízos que o processo fotossintético das plantas sofre em determinadas condições de luminosidade.

As maiores leituras de transpiração foram observadas nas mudas cultivadas nos substratos L e L+B submetidos a 70% de sombreamento, enquanto em 30% de sombreamento os menores resultados foram observados no substrato L (Figura 5A). Nos substratos L+A e L+B houve diferença significativa entre as épocas de avaliação das mudas apenas aos 140 DAE, onde foram observados os maiores resultados. Os substratos não diferiram entre si aos 35 e 70 DAE, onde foi observada menor transpiração de mudas e no substrato L maior transpiração foi observada 105 DAE (Figura 5B). Não houve interação significativa entre os sombreamentos e as épocas de avaliação para a transpiração de mudas de mangaba, verificando-se efeitos isolados dos mesmos (Anexo G) (Figura 6).



Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato dentro de diferentes sombreamentos (5A) e o mesmo substrato em diferentes idades (5B) e letras minúsculas comparam dentro do mesmo sombreamento (5A) e idades das mudas (5B).

**FIGURA 5.** Transpiração de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes sombreamentos e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

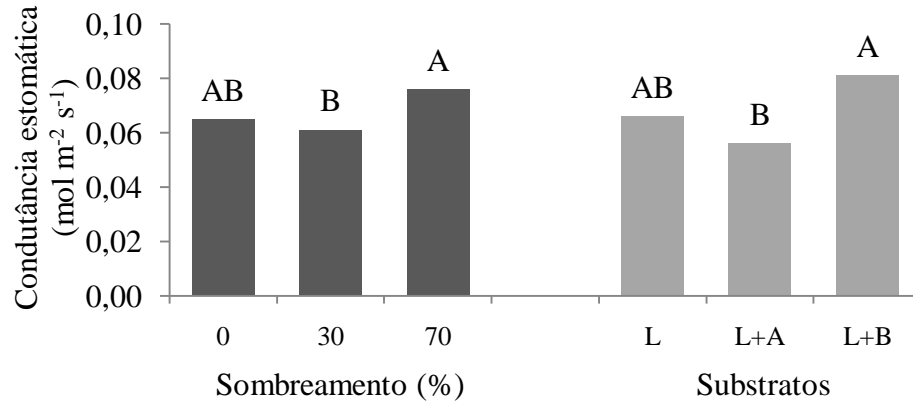


Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível dos sombreamentos e idades das mudas, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**FIGURA 6.** Transpiração de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes níveis de luz ou dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Esses resultados estão de acordo com os observados por Nogueira et al. (2003), onde os menores valores de transpiração em folhas de mangabeira ocorreram em plantas cultivadas na mistura de solo natural e areia ( $2,6 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), enquanto os maiores foram verificados em solo natural ( $9,6 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), podendo dessa forma facilitar a entrada do  $\text{CO}_2$  para a realização da fotossíntese e proporcionar maior crescimento das plantas. Ao contrário do encontrado no presente estudo Lima Júnior et al. (2006) não observaram diferenças entre os tratamentos (0, 30, 50 e 70% de sombreamento) para a transpiração de mudas de camboatã (*Cupania vernalis*), muito embora tenha sido verificado aumento na condutância estomática em níveis mais elevados de irradiância.

Não houve interação significativa entre substratos e níveis de luz para a condutância estomática (Anexo F), verificando-se efeitos isolados desses fatores, onde as maiores leituras foram observadas no substrato L+B e no sombreamento de 70% (Figura 7).

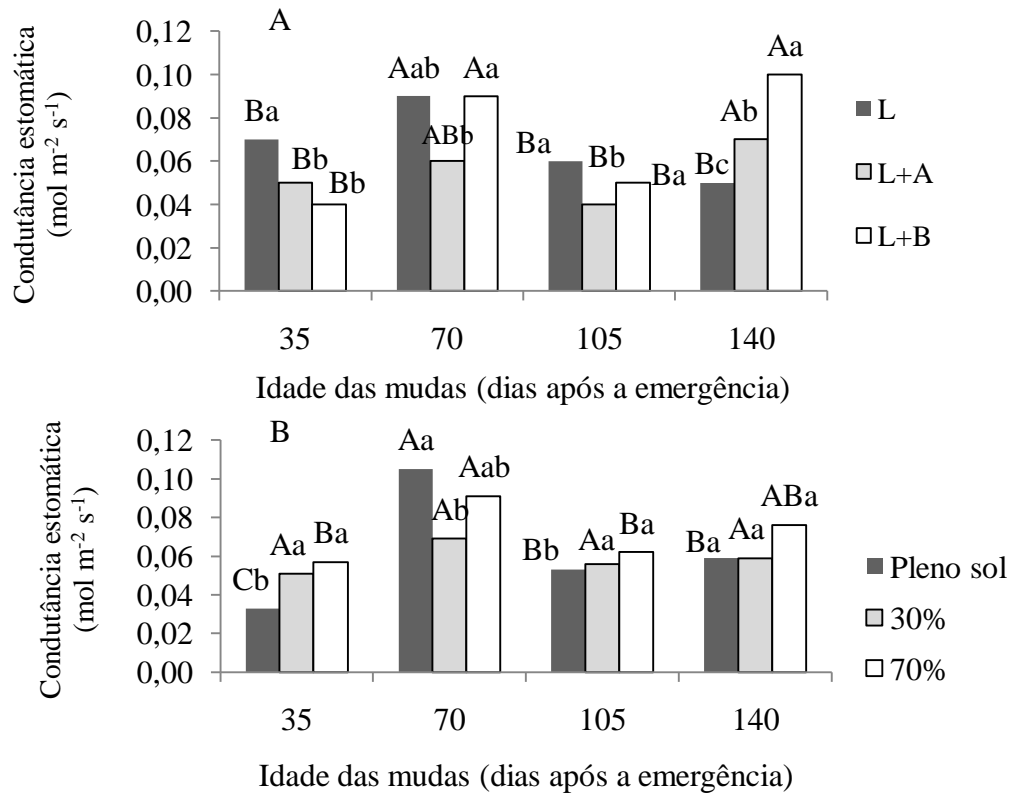


Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si ao nível dos níveis de luz e substratos, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**FIGURA 7.** Condutância estomática de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes níveis de luz ou substratos. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Maiores condutâncias estomáticas foram observadas aos 70 e 140 DAE no substrato L+B e aos 70 DAE no substrato L. Para o substrato L+A não houve diferença estatística entre os períodos de avaliação das mudas. Os substratos diferiram entre si em todas as avaliações realizadas, observando-se menor desempenho do substrato L+A (Figura 8A).

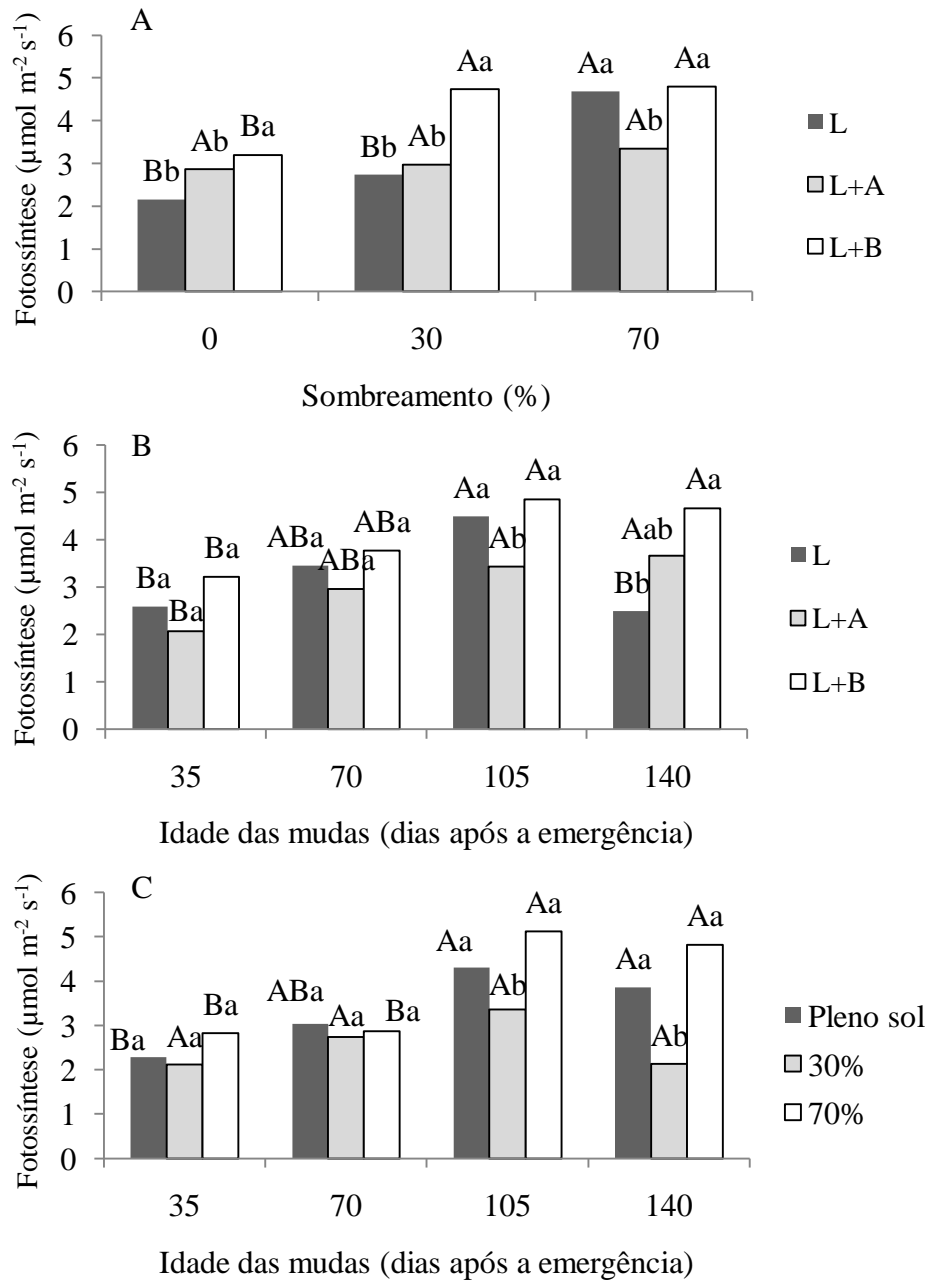
Nas mudas cultivadas em sombreamento de 30% a condutância estomática não foi influenciada pela idade, entretanto, quando mantidas a pleno sol apresentaram maiores e menores leituras aos 70 e 35 DAE, respectivamente. Os ambientes diferiram entre si em todas as avaliações realizadas, exceto aos 140 DAE, sendo que aos 35 e aos 105 DAE os sombreamentos de 30 e 70% foram superiores, enquanto aos 70 DAE as mudas mantidas a pleno sol apresentaram maior condutância estomática (Figura 8B).



Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato dentro de diferentes sombreamentos (8A) e o mesmo sombreamento em diferentes idades das mudas (8B) e letras minúsculas comparam dentro do mesmo sombreamento (8A) e idades das mudas (8B).

**FIGURA 8.** Condutância estomática de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

As maiores taxas fotossintéticas foram observadas nas mudas cultivadas nos substratos L e L+B, em sombreamento de 70% (Figura 9A). No substrato L+A o metabolismo fotossintético foi mais intenso com o desenvolvimento das mudas, enquanto nos demais substratos houve queda da fotossíntese aos 140 DAE (Figura 9B). Essa queda também foi verificada em todos os níveis de luz estudados, observando-se maior taxa fotossintética nas mudas produzidas a pleno sol e em 70% de sombreamento (Figura 9C).



Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam o mesmo substrato dentro de diferentes sombreamentos (9A) e idades das mudas (9B) e o mesmo sombreamento em diferentes idades das mudas (9C) e letras minúsculas comparam dentro do mesmo sombreamento (9A) e idade da muda (9B e 9C).

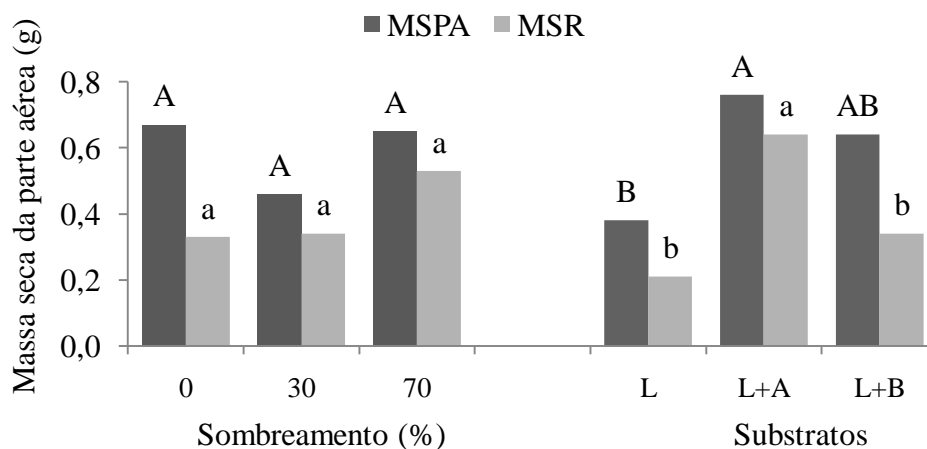
**FIGURA 9.** Taxa fotossintética de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos, níveis de luz e dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

As propriedades fotossintéticas da folha fornecem valiosa informação sobre as adaptações da planta ao seu ambiente de luz (TAIZ e ZEIGER, 2009). De acordo com Mariano et al. (2009), a transpiração tem relação direta com a condutância estomática e com a fotossíntese, o que confirma os resultados obtidos no presente estudo, onde a transpiração, condutância estomática e taxa fotossintética apresentaram maiores valores em condições de sombreamento. Entretanto, esses resultados discordam daqueles obtidos por Rossato et al. (2010), que estudando as características de folhas de sol e de sombra de pau-marfim (*Agonandra brasiliensis*) e tapirira (*Tapirira guianensis*) observaram que, em comparação a folhas de sombra, folhas de sol apresentaram valores significativamente maiores de condutância estomática. Lima Júnior et al. (2006) também observaram comportamento semelhante em plantas de camboatã (*Cupania vernalis*) submetidas a 70% de sombreamento, que exibiram menor condutância estomática e fotossíntese em relação às cultivadas sob maiores intensidades luminosas.

É provável que sob sombreamento haja um eficiente controle da temperatura foliar e, conseqüentemente, do status hídrico da planta, de modo a permitir uma otimização da atividade fotossintética (REIS, 1991). Assim, a redução da taxa fotossintética de mudas conduzidas a pleno sol pode estar associada à elevação da temperatura das folhas e, conseqüentemente, à intensificação da taxa respiratória, o que induziria o fechamento dos estômatos, reduzindo a fixação de carbono e causando um aumento no consumo de fotoassimilados (REGO e POSSAMAI, 2006).

Não houve interação significativa entre os substratos e os sombreamentos estudados havendo efeito apenas dos substratos sobre as massas secas da parte aérea e das raízes (Anexo G). Observou-se maior massa seca da parte aérea no substrato L+A, embora não tenha diferido estatisticamente do substrato L+B e para a massa seca das raízes os substratos L e L+B não apresentaram diferença estatística entre si, apresentando menores massas (Figura 10).





Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si para a massa seca da parte aérea e médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula não diferem entre si para a massa seca das raízes, ao nível dos sombreamentos e substratos, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**FIGURA 10.** Massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (B) de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) submetidas a diferentes sombreamentos ou substratos. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Scalon et al. (2001) observaram menor peso seco de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora*) sob sombreamento quando comparadas com as mudas mantidas a pleno sol. Entretanto, Carvalho et al. (2006) verificaram decréscimo da massa seca total em mudas de licuri (*Syagrus coronata*) cultivadas a pleno sol. De acordo com Silva et al. (2007), a resposta de acúmulo de massa seca é variável, devido cada espécie possuir características genéticas diferentes e conseqüentemente, adaptações fisiológicas diferentes, apresentando melhor desempenho nos ambientes de maior eficiência no aproveitamento da incidência luminosa, levando a uma maior produção de fotoassimilados e acúmulo de massa.

Embora o índice de qualidade de Dickson não tenha variado significativamente entre os tratamentos, observou-se que as mudas cultivadas sob sombreamento e no substrato L apresentaram qualidade 15% maior que a pleno sol e 37% e 29% maior que no L+A e L+B, respectivamente.

## CONCLUSÕES

O substrato composto apenas por Latossolo vermelho distroférico (L) e as misturas de Latossolo+Areia (L+A) e Latossolo+Bioplant<sup>®</sup> (L+B) no sombreamento de 70% são recomendados para a germinação e emergência de plântulas de mangaba.

As mudas de mangaba desenvolvem-se a pleno sol ou em níveis de sombreamento de 30 e 70% e as taxas transpiratória e fotossintética e a condutância estomática das mudas são maiores nos substratos Latossolo (L) e Latossolo+Bioplant<sup>®</sup> (L+B) no sombreamento de 70%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; ENTELMANN, F. A. Diferentes substratos na produção de porta-enxertos de caramboleira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 312-316, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, v. 38, n. 1, 2008.

CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; CANTARELLI, E. B.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. Submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.

CAVALCANTE, T. R. M.; NAVES, R. V.; SERAPHIN, J. C.; CARVALHO, G. D. Diferentes ambientes e substratos na formação de mudas de araticum. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 235-240, 2008.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JÚNIOR, A. A.; ASSMAN, A. P.; MAZARO, S. M.; SASSO, S. A. Z. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007.

DAVID, M. A.; MENDONÇA, V.; REIS, L. L.; SILVA, E. A.; TOSTA, M. S.; FREIRE, P. A. Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro “amarelo”. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, p. 147-152, 2008.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; SANTOS, M. O.; ARANTES, L. O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 477-479, 2007.

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

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da RBRAS, 45, 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: RBRAS/UFSCar, p. 255-258, 2000.

FONSECA, C. E. L.; CONDÉ, R. C. C.; SILVA, J. A. Influência da profundidade de semeadura e da luminosidade na germinação de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gom.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 661-666, 1994.

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

GANGA, R. M. D.; FERREIRA, G. A.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 101-113, 2010.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L. D. M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 43-48, 2010.

LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; 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**, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v. 12, 2005, 495 p.

MARIANO, K. R. S.; BARRETO, L. S.; SILVA, A. H. B.; NEIVA, G. K. P.; RIBEIRO, A. J.; AMORIM, S. M. C. Fotossíntese e tolerância protoplasmática foliar em *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL. **Floresta**, v. 39, n. 4, p. 853-859, 2009.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M.; MARIMON JÚNIOR, B. H.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. Desenvolvimento inicial e partição de biomassa de *Brosimum rubescens* Taub. (Moraceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botânica Brasílica**, v. 22, n. 4, p. 941-953, 2008.

MARTINOTTO, F. **Avaliação do desenvolvimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal do Mato Grosso, 2006.

MELLO, R. R.; CUNHA, M. C. L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; STANGERLIN, D. L. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira e Ciências Agrárias**, v. 3, n. 2, p.138-144, 2008.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA JÚNIOR, J. F. Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 15-18, 2003.

NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; GARCIA, V. A.; RODRIGUES, D. S. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicao, em diferentes substratos e fontes de fertilizante. **Acta Scientia Agrônômica**, v. 30, n. 3, p. 359-363, 2008.

OLIVEIRA, L. M. Q.; VALIO, I. F. M.; Effects of moisture content on germination of seeds of *Hancornia speciosa* Gom. (Apocynaceae). **Annals of Botany**, v. 69, p. 1-5, 1992.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; TEIXEIRA, I. R. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde**, v. 5, n. 3, p. 136-142, 2010.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006.

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

REIS, G. G. Crescimento e ponto de compensação lumínico em mudas de espécie florestais nativas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 18, n. 2, p. 103-111, 1991.

ROSSATO, D. R.; TAKAHASHI, F. S. C.; SILVA, L. C. R.; FRANCO, A. C. Características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 24, n. 3, p. 640-647, 2010.

SAMPAIO, T. S.; NOGUEIRA, P. C. L. Volatile components of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 95, p. 606–610, 2006.

SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.2 3, n. 3, p. 652-655, 2001.

SILVA, R. R.; FREITAS G. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. F.; CHAGAS, J. R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 3, p. 365-370, 2007.

SILVA, E. A.; OLIVEIRA, A. C.; MENDONÇA, V.; SOARES, F. M. Substratos na produção de mudas de mangabeira em tubetes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 279-285, 2011.

(a) SOARES, F. P.; PAIVA, R.; ALVARENGA, A. A.; NOGUEIRA, R. C.; EMRICH, E. B.; MARTINOTTO, C. Organogênese direta em explantes caulinares de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1048-1053, 2007.

(b) SOARES, F. P.; PAIVA, R.; CAMPOS, A. C. A. L.; PORTO, J. M. P.; NOGUEIRA, R. C.; STEIN, V. C. Germinação de sementes de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1180-1182, 2007.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; ALVARENGA, A. V.; NERY, F. C.; VARGAS, D. P.; SILVA, D. R. G. Taxa de multiplicação e efeito residual de diferentes fontes de citocinina no cultivo *in vitro* de *Hancornia speciosa* Gomes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 152-157, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848 p.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006.

VIEIRA, D. C. M.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germinação de sementes de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas em luz e escuro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 183-188, 2007.

## **ANEXOS**



**ANEXO A.** Árvore (A), folhas e flores (B), frutos e sementes (C) da mangabeira (*Hancornia speciosa*). UFGD, Dourados, MS, 2011.



**ANEXO B.** Resumo da análise de variância das variáveis estudadas em função de diferentes substratos e capacidades de retenção de água para a emergência de plântulas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). UFGD, Dourados, MS, 2011.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		E	IVE	TME
Substratos (S)	4	2431,25**	0,032**	129,31*
Capacidades de retenção de água (CRA)	3	2061,25**	0,034**	210,95**
S X CRA	12	698,75**	0,010**	259,80**
Média		33,13%	0,11	27,10 dias
C.V.(%)		40,92	40,31	25,80

(\*) significativo a 5% de probabilidade;

(\*\*) significativo a 1% de probabilidade;

(GL) graus de liberdade; (C.V.) coeficiente de variação; (E) emergência; (IVE) índice de velocidade de emergência; (TME) tempo médio de emergência.

**ANEXO C.** Resumo da análise de variância das características morfológicas, taxas fotossintética e transpiratória e condutância estomática de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água, avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio							
		H	IRC	NF	DC	SOB	A	E	Gs
Substratos (S)	4	1440,80**	24173,40**	1223,67**	38,86**	63785,88**	89,17**	28,46**	0,016**
Capacidades de retenção de água (CRA)	3	803,55**	9413,90**	687,22**	31,03**	56921,76**	79,46**	53,93**	0,040**
S x CRA	12	90,84**	1288,08**	73,34**	3,23**	5386,46**	4,47ns	2,14 ns	0,002ns
Épocas de avaliação (E)	3	29,98**	56,87,99**	52,92**	3,45**	18371,14**	173,65**	6,03**	0,084**
S x E	12	132,88**	1327,78**	97,55**	4,15**	4274,57**	12,21**	2,41*	0,006**
CRA x E	9	7,74 ns	1269,49**	8,03ns	1,02**	2915,06**	5,18*	5,60**	0,002ns
S x CRA x E	36	17,38**	440,05**	13,50**	0,70**	1830,98**	4,55*	1,88*	0,002ns
Média		4,65 cm	21,65 $\mu\text{g mL}^{-1}$	4,45	0,92 mm	36,28 %	1,92 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	1,24 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	0,031 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
C.V.1 (%)		74,99	68,10	67,64	68,07	99,66	97,62	95,71	105,13
C.V.2 (%)		89,62	87,65	85,52	82,57	80,35	88,75	97,54	96,70
C.V.3 (%)		51,28	44,52	50,75	47,91	58,74	80,60	85,03	96,50

(\*) significativo a 5% de probabilidade; (\*\*) significativo a 1% de probabilidade; (ns) não significativo; (C.V.) coeficiente de variação; (GL) graus de liberdade; (H) altura; (IRC) índice relativo de clorofila; (NF) número de folhas; (DC) diâmetro de coleto; (SOB) sobrevivência; (A) fotossíntese; (E) transpiração; (Gs) condutância estomática.

**ANEXO D.** Resumo da análise de variância das características morfológicas, índice de qualidade de Dickson e análises enzimáticas de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e capacidades de retenção de água, avaliadas aos 140 dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio										
							Parte aérea			Raízes		
		CR	MSPA	MSR	AF	IQD	SOD	POX	CAT	SOD	POX	CAT
Substratos (S)	4	1630,48**	1,04**	0,51**	0,23**	2,54**	1,70**	0,85**	0,04**	0,06**	1,57**	0,003**
Capacidades de retenção de água (CRA)	3	3050,63**	0,52**	0,51**	0,06**	0,61**	1,13**	0,79**	0,03**	0,30**	1,86**	0,007**
S x CRA	12	3349,33**	0,11**	0,09**	0,02**	0,31**	0,41**	0,16**	0,02**	0,05**	0,74**	0,001**
Média		8,55 cm	0,17 g	0,13 g	0,07 cm <sup>2</sup>	0,32	0,41 units mg MF <sup>-1</sup>	0,32 Mguaiacol min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> MF	0,07 μMguaiaco l min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> MF	0,16 units mg MF <sup>-1</sup>	0,51 Mguaiacol min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> MF	0,029 μMguaiaco l min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> MF
C.V.(%)		58,18	93,73	78,38	66,30	91,22	9,45	19,72	11,13	75,77	33,61	55,85

(\*\*) significativo a 1% de probabilidade;

(C.V.) coeficiente de variação; (GL) graus de liberdade; (CR) comprimento médio das raízes; (MSPA) massa seca da parte aérea; (MSR) massa seca das raízes; (AF) área foliar; (IQD) índice de qualidade de Dickson; (SOD) superóxido dismutase; (POX) peroxidase; (CAT) catalase.

**ANEXO E.** Resumo da análise de variância das variáveis estudadas em função de diferentes substratos e níveis de luz para a emergência de plântulas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). UFGD, Dourados, MS, 2011.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		E	IVE	TME
Substratos (S)	2	112,85 ns	0,0005 ns	175,79 ns
Capacidades de retenção de água (CRA)	2	972,22**	0,0067**	223,52 ns
S X CRA	4	308,16 ns	0,0021 ns	26,50 ns
Média		16,32%	0,039	23,79 dias
C.V.(%)		84,95	84,54	70,33

(\*\*) significativo a 1% de probabilidade;

(ns) não significativo;

(GL) graus de liberdade; (C.V.) coeficiente de variação; (E) emergência; (IVE) índice de velocidade de emergência; (TME) tempo médio de emergência.

**ANEXO F.** Resumo da análise de variância das características morfológicas, taxas fotossintética e transpiratória e condutância estomática de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e níveis de luz, avaliadas aos 35, 70, 105 e 140 dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio							
		H	IRC	NF	DC	SOB	A	E	Gs
Substratos (S)	2	85,45 ns	48,33 ns	18,32 ns	1,07 ns	3487,04 ns	30,51*	17,86*	0,011*
Capacidades de retenção de água (CRA)	2	6,09 ns	153,36 ns	6,18 ns	0,02 ns	9967,84**	42,29**	19,07**	0,004*
S x CRA	4	21,22 ns	272,83 ns	37,64 ns	0,16 ns	6918,08**	10,55*	5,51*	0,003 ns
Épocas de avaliação (E)	3	343,57**	87,88 ns	193,95**	11,49**	1425,64**	48,81**	76,22**	0,026**
S x E	6	33,94 ns	119,75 ns	28,14 ns	1,56 ns	293,51 ns	9,46*	17,17**	0,004**
CRA x E	6	72,54**	418,42 ns	48,93*	2,31**	808,05*	12,05**	2,85 ns	0,006**
S x CRA x E	12	9,77 ns	151,58	5,25 ns	0,46 ns	625,15 ns	6,72 ns	5,29**	0,006**
Média		7,28 cm	29,26 $\mu\text{g mL}^{-1}$	8,18	1,57 mm	35,40 %	3,50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	2,61 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	0,067 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
C.V.1 (%)		89,77	78,50	79,14	72,27	108,43	83,45	80,95	75,68
C.V.2 (%)		60,90	55,94	63,75	57,44	86,10	49,97	46,59	48,34
C.V.3 (%)		60,57	50,44	52,23	55,43	52,77	53,16	52,19	50,44

(\*) significativo a 5% de probabilidade; (\*\*) significativo a 1% de probabilidade; (ns) não significativo; (C.V.) coeficiente de variação; (GL) graus de liberdade; (H) altura; (IRC) índice relativo de clorofila; (NF) número de folhas; (DC) diâmetro de coleto; (SOB) sobrevivência; (A) fotossíntese; (E) transpiração; (Gs) condutância estomática.

**ANEXO G.** Resumo da análise de variância das características morfológicas e índice de qualidade de Dickson de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) submetidas a diferentes substratos e níveis de luz, avaliadas aos 140 dias após a emergência. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio				
		CR	MSPA	MSR	AF	IQD
Substratos (S)	2	153,83 ns	0,88*	1,20**	0,13**	20,91 ns
Capacidades de retenção de água (CRA)	2	107,76 ns	0,33 ns	0,29*	0,002 ns	2,66 ns
S x CRA	4	110,49 ns	0,32 ns	0,11 ns	0,016 ns	18,59 ns
Média		17,62 cm	0,59 g	0,40 g	0,17 cm <sup>2</sup>	3,71
C.V.(%)		56,65	72,65	72,61	63,59	101,96

(\*) significativo a 5% de probabilidade;

(\*\*) significativo a 1% de probabilidade;

(ns) não significativo;

(C.V.) coeficiente de variação; (GL) graus de liberdade; (CR) comprimento médio das raízes; (MSPA) massa seca da parte aérea; (MSR) massa seca das raízes; (AF) área foliar; (IQD) índice de qualidade de Dickson.