

CAIO CÉSAR PEREIRA LEAL

**SUBSTRATOS, INTENSIDADES DE LUZ E RECIPIENTES NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cassia grandis* L. f.**

Mossoró-RN
2013

CAIO CÉSAR PEREIRA LEAL

**SUBSTRATOS, INTENSIDADES DE LUZ E RECIPIENTES NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cassia grandis* L. f.**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para a obtenção do título
de Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:
Prof. D. Sc. SALVADOR BARROS TORRES

MOSSORÓ - RN
2013

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

L433s Leal, Caio César Pereira.

Substratos, intensidade de luz e recipientes na produção de mudas de *Cassia grandis* (L.f.). / Caio César Pereira Leal. -- Mossoró-RN: 2013.

90f.: il.

Mestrado (Dissertação em Fitotecnia – Área de Concentração: Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Profº. Dr. Sc. Salvador Barros Torres.

1. Cássia rosa. 2.Crescimento de mudas. 3.Luminosidade.
4.Essência florestal. I.Título.

CDD:634

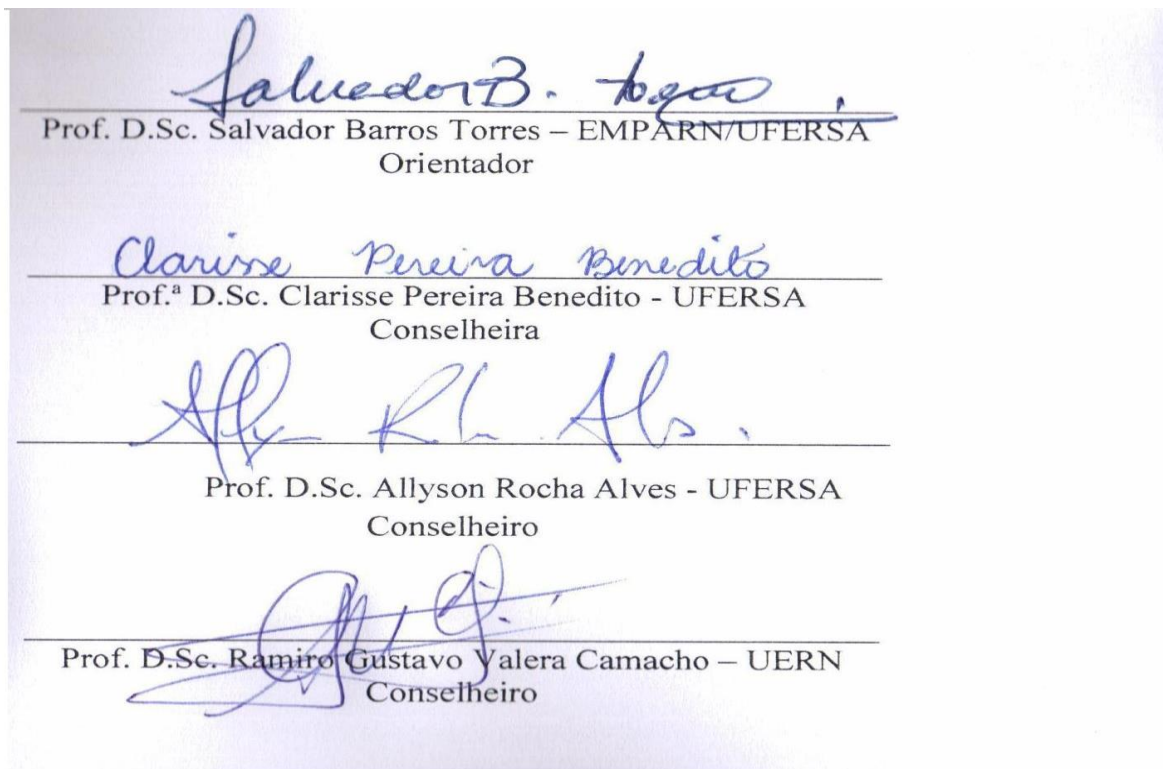
Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo
CRB-5/1033

CAIO CÉSAR PEREIRA LEAL

**SUBSTRATOS, INTENSIDADES DE LUZ E RECIPIENTES NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cassia grandis* L. f.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal Rural do
Semi-Árido, como parte das
exigências para a obtenção do
título de Mestre em Agronomia:
Fitotecnia.

APROVADA EM: 01/03/2013.



Aos meus amados pais,
Fátima Pereira e Valdir Leal, foi por
vocês que cheguei até aqui, e é por
vocês que irei seguir em frente.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, e por estar me proporcionando este momento.

Aos meus pais, Fátima Pereira e Valdir Leal, por sempre acreditarem em mim, sempre me incentivando a chegar até aqui.

A minha namorada Adrielle, pela paciência nas horas difíceis, incentivo, carinho e dedicação.

Aos meus irmãos, Karen e Bison, por todos os momentos vividos.

As minhas sobrinhas Maria Eduarda e Maria Fernanda, por sempre trazerem felicidade, principalmente, nos momentos difíceis.

À UFERSA, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, tornando-me um profissional cada vez mais qualificado.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Salvador, pela paciência e dedicação indiscutível, sendo primordial para tornar esse momento possível.

Aos professores Allyson, Clarisse e Ramiro por suas contribuições para a melhoria deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Análises de Sementes, César e Nonato, pela ajuda e pelos momentos vividos no laboratório.

Aos colegas Aldiclebson, Narjara, Raul, Rômulo e Patrícia por terem me ajudado durante todo trabalho.

E aqueles que não foram mencionados, mas que de alguma forma fizeram parte desta conquista.

Muito obrigado!

RESUMO

LEAL, Caio César Pereira. **Substratos, intensidades de luz e recipientes na produção de mudas de *Cassia grandis* L. f.** 2013. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

Cassia grandis L. f. É uma espécie pertencente à família Fabaceae (caesalpinoideae) e vulgarmente conhecida por canafistula, cássia grande ou geneúna. No processo de produção de mudas existem vários fatores para otimização da produção, entre eles podemos destacar a utilização de substratos, o nível de luminosidade e o tipo de recipiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes substratos, recipientes e intensidades de luz na produção de mudas de *Cassia grandis*. O estudo foi composto de dois experimentos, o primeiro constou da avaliação do desenvolvimento inicial de plântulas de *Cassia grandis* durante 20 dias, utilizando os substratos terra vegetal (testemunha), terra vegetal + palha de arroz (1:1); terra vegetal + palha de arroz (1:3); terra vegetal + palha de arroz (3:1); terra vegetal + pó de madeira (1:1); terra vegetal + pó de madeira (1:3); terra vegetal + pó de madeira (3:1); terra vegetal + fibra de coco (1:1); terra vegetal + fibra de coco (1:3); terra vegetal + fibra de coco (3:1); terra vegetal + casca de castanha (1:1); terra vegetal + casca de castanha (1:3) e terra vegetal + casca de castanha (3:1), sendo avaliadas as seguintes características: emergência de plantas, velocidade de emergência, altura de plantas, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Para este, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado e as médias submetidas ao teste de Skot-knott ($p < 0,05$). De acordo com os resultados, os tratamentos terra vegetal + pó de madeira (1:1) e terra vegetal + fibra de coco (1:3) foram os que apresentaram melhores resultados na emergência, massa seca da parte aérea, comprimento da parte aérea, massa seca da raiz e comprimento da raiz de *Cassia grandis*. Por outro lado, verificou-se que no tratamento composto com casca de castanha de caju e areia (3:1) não ocorreu germinação. No segundo experimento, para a produção de mudas de *Cassia grandis*, utilizou-se a combinação de substrato pó de madeira e areia (1:1), que apresentou melhor resultado no primeiro experimento, tendo como recipientes tubetes ($0,3 \text{ dm}^3$) e vaso ($1,0 \text{ dm}^3$) e nas intensidades de luz de 50%, 25% e a pleno sol. A cada duas semanas, durante oito semanas, foram feitas as seguintes avaliações: altura de plantas, diâmetro do colo, área foliar, massa seca do caule, massa seca das folhas, massa seca da raiz, relação altura de planta e diâmetro do colo e índice de Dickson. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado em sistema fatorial 3×2 (três luminosidades e dois recipientes), as médias foram submetidas ao teste de Tukey

($p < 0,05$), independentemente da época de avaliação e o procedimento de ajustamento de curvas de regressões não lineares e polinomiais foi usado para estimar o comportamento das características avaliadas em função do tempo. O ambiente com 25 e 50% de luminosidade se constituem em melhor alternativa para a produção de mudas de *Cassia grandis* de boa qualidade. Recomenda-se o uso de tubete, por ter menor custo e ser de mais fácil manuseio.

Palavras-chave: Cássia rosa. Crescimento de mudas. Luminosidade. Essência florestal. Ecofisiologia.

ABSTRACT

LEAL, Caio César Pereira. **Substrates, intensities light and containers in production seedlings *Cassia grandis* L. f.** 2013. 90f. Thesis (Master in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

Cassia grandis L. f. is a species of the family Fabaceae (Caesalpinoideae), commonly known as canafistula, cássia grande and geneúna. In process of production of seedlings there are some factors to optimize production, among them stands out the substrates, levels of luminosity and type of container. This study aimed to evaluate alternative substrates, different containers, and light intensities in producing of *Cassia grandis* L. f. seedlings. The research consisted of two experiments. The first experiment, evaluating of the initial growth of *Cassia grandis* seedlings, for 20 days, using thirteen substrates, vegetal soil – humus (control), vegetal soil - humus + rice straw (1:1), vegetal soil - humus + rice straw (1:3), vegetal soil - humus + rice straw (3:1), vegetal soil - humus + sawdust (1:1), vegetal soil - humus + sawdust (1:3), vegetal soil - humus + sawdust (3:1), vegetal soil - humus + coconut fiber (1:1), vegetal soil - humus + coconut fiber (1:3), vegetal soil - humus + coconut fiber (3:1), vegetal soil - humus + cashew nut shell (1:1), vegetal soil - humus + cashew nut shell (1:3) and vegetal soil - humus + cashew nut shell (3:1). The following properties were analyzed: seedling emergence, speed of emergence index, plant height, root length, shoot dry matter, root dry matter. A completely randomized design was used, the means were submitted to the Skott-Knott test ($p < 0.05$). The substrata, vegetal soil - humus + sawdust (1:1), and vegetal soil - humus + coconut fiber (1:3) were the most appropriate, providing the best results to the emergence plant, shoot dry matter, shoot length, root dry matter, and root length, under the work conditions. The substrate composed by vegetal soil - humus + cashew nut shell (1:3), however, promotes negative effect on the germination of *Cassia grandis* seeds. In second experiment, the substrate, sand + sawdust (1:3) were used to produce seedlings, which were grown in containers of 0.3 dm³ and 1.0 dm³, tube and vase, respectively, and subjected to different light intensities, 50%, 25% and full sun light (unshaded). Evaluations were performed at two week intervals, for eight weeks. At the end of the eighth week, the parameters: plant height, stem diameter, leaf area, stalk dry matter, leaf dry matter, root dry matter, rate of plant height:stem diameter, and Dickson quality index, were evaluated. The experimental design was a completely randomized, factorial system: 3 x 2 (three light intensities and two types of containers), and the means were submitted to the Tukey test ($p < 0.05$). The curve fitting for nonlinear and polynomial regression models was used to estimate the behavior of the evaluated characteristics as a function of time. The enviroment under luminosity degrees of 25 and 50% constitute best alternative for production of good quality seedlings. The use of the tube is recommended, due to lower cost and easy handling.

Keywords: Cassia rose. Ecophysiology. Forest essence. Growth of seedlings.
Luminosity.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1-	Caracterização físico-química de amostra dos substratos avaliados, quanto a densidade, porosidade total, nitrogênio, pH, condutividade elétrica, teor de matéria orgânica , fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio e alumínio.....	51
-----------	--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1 –	Resultados de massa seca da raiz (g. planta ⁻¹) de plântulas de <i>Cassia grandis</i> , em diferentes recipientes e intensidades de luz.....	78
Tabela 2 –	Resultados da massa seca do caule (g. planta ⁻¹) de mudas de <i>Cassia grandis</i> , em diferentes recipientes e intensidades de luz.....	79
Tabela 3 –	Resultados da massa seca de folhas (g. planta ⁻¹) de mudas de <i>Cassia grandis</i> , em diferentes recipientes e intensidades de luz.....	79
Tabela 4 –	Resultados da massa seca total (g. planta ⁻¹) de plântulas de <i>Cassia grandis</i> , em diferentes recipientes e Intensidades de luz.....	80

Tabela 5 –	Resultados da área foliar (mm^2) de plântulas de <i>Cassia grandis</i> , em diferentes recipientes e intensidades de luz.....	81
Tabela 6 -	Resultados da relação altura/diâmetro (H/D) de plântulas de <i>Cassia grandis</i> , em diferentes recipientes e intensidades de luz.....	82
Tabela 7 -	Resultados do índice de Dickson (IQD) de plântulas de <i>Cassia grandis</i> , em diferentes recipientes ei de luz.....	83

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1 – Porcentagem de emergência (%) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha)..... 53
- Figura 2 - Velocidade de emergência (Dias) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha)..... 55

Figura 3 - Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha)..... 57

Figura 4 - Comprimento da raiz (cm) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha)..... 58

Figura 5 - Massa seca da parte aérea (g. planta⁻¹) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz

carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha)..... 60

Figura 6 - Massa seca da raiz (g. planta⁻¹) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha)..... 61

CAPÍTULO III

Figura 1 - Resultados do diâmetro do colo (mm) de mudas de *Cassia grandis* em diferentes recipientes, intensidades de luz e épocas de avaliação..... 74

Figura 2 - Resultados de alturas de mudas (cm) de <i>Cassia grandis</i> em diferentes recipientes, intensidades de luz e épocas de avaliação.....	76
---	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO....	18
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE.....	19
2.2 PRODUÇÃO DE MUDAS.....	20
2.3 RECIPIENTES.....	23
2.3 SUBSTRATOS.....	25
2.4 LUZ.....	29
REFERÊNCIAS.....	33
CAPÍTULO II - EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE <i>Cassia grandis</i> EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS.....	46
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	47
1 INTRODUÇÃO.....	48
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
CAPÍTULO III - INTENSIDADES DE LUZ E RECIPIENTES NA QUALIDADE DE MUDAS DE <i>Cassia grandis</i>.....	68
RESUMO.....	68
ABSTRACT.....	69

1 INTRODUÇÃO.....	70
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
4 CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS.....	85

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos tem aumentado a demanda de informações silviculturais a respeito de espécies florestais nativas, em razão da necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Nesse contexto, informações sobre a produção de mudas são fundamentais para que se alcance viabilidade técnica e econômica nessas atividades (LISBOA et al., 2012).

Embora várias técnicas já sejam conhecidas para produção de mudas de árvores nativas em viveiros florestais, não há conhecimento das exigências nutricionais para a maioria dessas espécies, acrescendo-se o fato de que o emprego dessas técnicas estão restritas à produção comercial de mudas, poucos silvicultores e determinadas regiões do país (CUNHA et al., 2005).

Com relação aos substratos utilizados na produção de mudas em viveiros florestais, estes devem proporcionar a muda retenção de água suficiente para permitir a germinação e, quando saturado, deve manter quantidades adequadas de espaços porosos para facilitar o fornecimento de oxigênio, indispensável no processo de germinação (SMIDERLE; MINAME, 2001).

Outro fator extremamente importante no processo de produção de mudas em viveiros é a escolha do recipiente. Este deve ser de tamanho que permita o desenvolvimento sem restrições, durante o período de permanência da muda no viveiro (CARVALHO FILHO et al., 2003). Portanto, a escolha do recipiente adequado, deve ser estudada, visando baratear os custos de produção e tornar o viveirismo atividade acessível a todos os produtores rurais, interessados em recompor suas áreas ou explorar alguma atividade silvicultural (JESUS, 1997).

Na região do semiárido brasileiro, o fator intensidade luminosa é um dos itens extremamente importante no processo de produção de mudas, pois a luz influencia diretamente na acumulação de matéria seca da planta, tendo algumas espécies que se adaptam melhor a pouca luz e outras que se desenvolvem melhor com uma maior intensidade luminosa (GAJEGO et al., 2001).

Resultados de trabalhos com níveis de luminosidade esclarecem o padrão ótimo de desenvolvimento inicial de cada espécie, o que poderá ser aplicado no perfil da área a ser reflorestada, antes da introdução das espécies locais (CAMARA; ENDRES, 2008). Portanto, o estudo da luminosidade é fundamental para a avaliação do potencial dessas espécies em programas de revegetação, arborização e recuperação de áreas degradadas, pois a disponibilidade de luz constitui um dos fatores críticos para o seu desenvolvimento (GAJEGO et al., 2001).

Desta forma este trabalho foi composto de dois experimentos que tiveram os seguintes objetivos: a) verificar a influência de diferentes substratos na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Cassia grandis*; b) determinar o ambiente de intensidade de luz e o recipiente mais adequado no processo de produção de mudas de *Cassia grandis*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

De acordo com o Sistema de Classificação de APGIII (2009), a posição taxonômica da espécie *Cassia grandis* obedece à seguinte hierarquia: Divisão: Magnoliophyta (Angiospermae); classe: Magnoliopsida (Dicotyledoneae); ordem: Fabales; família: Fabaceae (Subfamília: Caesalpinoideae); gênero: *Cassia* e espécie: *Cassia grandis* L. f.

A *Cassia grandis* ocorre desde a região amazônica até o pantanal mato-grossense. É uma árvore que pode atingir de 15 a 20 m de altura. Apresenta copa

ampla, tronco revestido e casca acinzentada. A floração ocorre a partir do final de agosto com a planta quase que totalmente despida de folhas, prolongando-se até novembro. Já a frutificação ocorre nesse mesmo período, porém as vagens permanecem por mais tempo na planta. Ainda segundo o mesmo autor, sua madeira é caracterizada por ser pesada, muito resistente e de textura bastante fibrosa, empregada na construção civil, principalmente para acabamentos internos. Devido a grande beleza de suas flores, a *Cassia grandis* possui um grande potencial ornamental, podendo ser usada em paisagismo e na arborização urbana (LORENZI, 2002).

Cassia grandis também apresenta grande potencial medicinal. No Brasil é popularmente usada para preparo de xarope (LORENZI, 2002), já em países como Costa Rica, Cuba, Guatemala e Panamá, é utilizada como antianêmico, expectorante, sedativo e infecções dermatológicas (VALENCIA et al., 1995; CÁCERES et al., 1995).

As folhas são alternadas, compostas com 10 a 12 pares de folíolos, possui flores dispostas em racemo, os frutos de *Cassia grandis* é uma vagem indeiscente lenhosa que possuem em termos médios de comprimento, largura e massa da matéria fresca 34,75 cm, 39,96 mm e 174,32 g, respectivamente. Suas sementes são de coloração amarelada e tegumento bastante duro; o número médio de sementes por fruto é de 23,63 unidades, com os respectivos valores médios de comprimento, largura, diâmetro e massa da matéria fresca, 15,83 mm, 11,34 mm, 6,39 mm e 0,867 g, (BEZERRA et al., 2012).

2.2 PRODUÇÃO DE MUDAS

Diante da devastação das matas nativas, o conhecimento de técnicas de produção de mudas em viveiro florestais é extremamente necessário para recomposição efetiva das áreas exploradas, como forma de garantir a continuidade do potencial econômico, a conservação de recursos genéticos, do solo, da água e da fauna (MUROYA et al., 1997). Dentre os processos para plantio e replantio de florestas com

alto nível de produção, a obtenção de mudas de qualidade se destaca como a etapa principal (BOTELHO, 2011). Com essa necessidade de se obter alta produtividade para atender aos plantios comerciais, ocorre evolução rápida de diferentes técnicas de preparo dessas mudas (FREITAS et al., 2010). Assim, a qualidade das mudas é fundamental para o desenvolvimento de espécies no campo (RIBEIRO, 1998). Pois, o êxito de um reflorestamento depende da qualidade das mudas produzidas e essas, além de resistirem às condições desfavoráveis do campo, devem desenvolver-se produzindo árvores com crescimento volumétrico desejável (GOMES et al., 1991), para obter o máximo de produtividade.

No processo de produção de mudas é de fundamental importância a definição de estratégias para favorecer a qualidade de produção num menor espaço de tempo (CUNHA et al., 2005.). Esse processo pode ser feito de duas formas: sexuada, por meio de sementes e, assexuada, por propagação vegetativa (GOMES; PAIVA, 2004.). Nos viveiros, a produção de mudas pode ser realizada por meio do método de semeadura em canteiros, com posterior repicagem para os recipientes individuais, ou pela semeadura direta nos recipientes. O segundo método deve ser aplicado sempre que possível, pois é mais vantajoso por simplificar as operações, evitar danos às raízes que ocorrem durante a repicagem, além de economizar tempo (MACEDO, 1993). Apesar do grande avanço para à produção de mudas, ainda são necessários estudos básicos sobre o desenvolvimento inicial em diferentes substratos e profundidade de semeadura, sendo ainda poucas as recomendações específicas para determinadas espécies (SANTOS et al., 2000).

Nesse sentido, Bortolini et al. (2012), avaliando diferentes substratos em *Gleditschia amorphoides*, observaram que mudas desta espécie, produzidas com 50% de Plantmax® + 20% de casca de arroz carbonizada + 30% esterco bovino, resultaram em bom crescimento de diâmetro, alturas de mudas, massa seca da parte aérea e da raiz.

Trabalhando com produção de mudas de *Caesalpineia ferrea* Benth. Scalón et al. (2011), testaram diferentes substratos compostos de misturas com Latossolo Vermelho Distroférrico, textura argilosa, misturado com areia (0,5 dm³ de terra/ 0,5 dm³ de areia), acrescentando diferentes proporções de adubo orgânico organosuper®, observou que a adição de 19,46 g/dm³ deste, resultou em maior número de plântulas, em menor tempo e com plântulas mais vigorosas, ressaltando a importância de se utilizar adubos provenientes de matéria orgânica, que neste trabalho proporcionou plantas mais vigorosas devido os nutrientes encontrados no substrato.

Com mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformes* Cunha et al. (2006), verificaram em diferentes substratos, que na parte aérea das mudas houve maior tendência ao acúmulo de P, K e Mg e maior altura quando cultivadas no substrato com adição de esterco bovino; portanto, revelando nesse substrato quantidades significativas desses nutrientes, e, também, observaram que mudas dessas duas espécies apresentaram menor desenvolvimento radicular quando o substrato não continha uma fonte orgânica.

Trabalhando com mudas de *Euteropium contortisiliquum*, Araújo e Paiva Sobrinho (2011), verificaram para a emergência e índice de velocidade de emergência resultados superiores com a utilização do substrato solo + esterco bovino curtido e solo + palha de arroz carbonizada (1:1:1), para a produção de mudas, foram influenciadas positivamente pelo esterco bovino na composição do substrato, e os piores resultados foram encontrados quando se utilizou apenas solo.

Trabalhando com mudas de *Hancornia speciosa* Fernandez (2002), , com *Heteropteris aphrodisiaca* Arruda (2001), e Costa et al. (2005) com *Genipa americana*, observaram que a presença de esterco influenciou diretamente o número de folhas das espécies estudadas. Já Jesus (1997) observou que, ao utilizar substrato com matéria orgânica, o número de folhas por planta foi maior para produção de mudas de *Piptadenia obliqua*. Silva et al. (2009), trabalhando com mangava, observaram que a adição de esterco ao substrato favorece a produção de peso das raízes secas.

Em outros experimentos, também, tem se mostrado eficiente o esterco bovino, em composição de substratos na produção de mudas florestais, como em freijó-louro (*Cordia alliodora*) (VIEIRA et al., 1998); leucena (*Leucaena leucocephala*) (LUCENA et al., 2006); aroeira (*Schinus terebinthifolius*); eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) (OLIVEIRA et al., 2008).

2.3 RECIPIENTES

Os recipientes, na maioria das vezes, são utilizados para facilitar os tratos culturais durante os períodos de desenvolvimento inicial da planta (CHAGAS et al., 2006). O tipo de recipiente a ser utilizado é função do seu custo, das vantagens na operação (durabilidade, possibilidade de reaproveitamento, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e transporte) e de suas características para a formação de mudas de boa qualidade (MACEDO, 1993). O mesmo autor, também, ressalta que é de grande importância que os recipientes ofereçam condições necessárias para o bom desenvolvimento das mudas.

As dimensões do recipiente é também um fator primordial para o desenvolvimento de mudas de boa qualidade. Pode ser encontrado de diversos volumes. Portanto, na escolha deve ser observados a altura e o diâmetro, levando em consideração que a altura é mais importante do que o diâmetro (GOMES; PAIVA, 2004), por proporcionar maiores aprofundamento da raiz principal. Apesar dos recipientes com maior volume apresentarem melhores condições de crescimento da planta, esses só devem ser utilizados com espécies de crescimento lento, que vão permanecer mais tempo no viveiro, ou quando se deseja obter mudas de melhor desenvolvimento (CUNHA et al., 2005). Com isso, o tamanho do recipiente deve ser aquele que permita um bom desenvolvimento do sistema radicular durante o período em que a muda for permanecer no viveiro (CARVALHO FILHO et al., 2003). Ainda hoje o saco é o recipiente mais utilizado, mas seu uso vem diminuindo principalmente por causa da quantidade de substrato requerida, dificuldade de manuseio e transporte e

o descarte, já o tubete tem seu uso sendo aumentado justamente por apresenta dentre suas vantagens, fácil manuseio e transporte, pode ser reutilizado e melhor relação custo benefício.

A importância do uso do recipiente adequado é evidenciada por alguns autores, conforme constatado na literatura. Carvalho Filho (2003), trabalhando com mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), observou que a utilização de saco de polietileno de dimensões 15 x 20 cm (altura e diâmetro, respectivamente), foi mais adequado que o de tamanho menor (11 x 18 cm) e constatou, também, que o recipiente de maior dimensão proporcionou mudas mais vigorosas.

Com mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.), Cunha et al. (2005), obtiveram superioridade para o diâmetro do colo, altura de plantas, massa seca da parte aérea, comprimento, massa seca e diâmetro intermediário da raiz, quando utilizaram o recipiente de dimensões 20 x 36,5 cm (diâmetro e altura, respectivamente), sendo esse com maior volume em relação aos demais recipientes utilizados.

Nesse sentido, Oliveira et al. (2000) observaram que mudas de cajueiro propagadas em sacos de polietileno apresentaram altura estatisticamente superior as mudas da mesma espécie, quando propagadas em tubetes, com volumes inferiores aos dos sacos. Segundo Jesus et al. (1991), a superioridade de recipientes com maiores volumes se dá, possivelmente, pelo fato de esse fator está diretamente relacionado com disponibilidade de espaço físico, necessário para boa retenção de água, condição essencial para o cultivo das plantas.

Em trabalho com mudas de *Cassia grandis*, avaliando substratos, sombreamento e recipientes, Carvalho Filho et al. (2002), verificaram que o saco de polietileno (15 x 20 cm, altura e diâmetro, respectivamente), foi o mais adequado para produção de mudas dessa espécie. No mesmo contexto, Yuyama e Siqueira (1999), com mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* L.), produzidas em sacos de polietileno

preto (19 x 21 cm), houve tendência de melhor desenvolvimento das mudas quando comparadas com outras cultivadas em recipientes menores.

Avaliando a qualidade de mudas de *Cryptomeria japônica* em tubetes com os seguintes volumes: 50, 56, 120 e 240 cm³ Santos et al. (2000), e verificou que o tubete de maior volume proporcionou melhores resultados em relação aos demais. Gomes et al. (1980 e 1990), trabalhando com mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Tabebuia serratifolia*, *Copaifera longsdorffii* e *Piptadenia peregrina*, concluíram também que existe uma relação direta entre o tamanho do recipiente e o ganho em massa seca das mudas.

2.4 SUBSTRATOS

A escolha do substrato sua composição e o seu correto manejo ainda é um sério problema técnico para os viveiristas, devido à sua importância na otimização dos resultados (BACKES; KÄMPF, 1991). Apesar dos grandes avanços em relação a descoberta de novos substratos, atualmente os mais usados são a terra de subsolo com 70%, matéria orgânica e esterco curtido com 30%, isso para produção de mudas em sacos (MACEDO, 1993).

Em geral, os substratos comerciais são elaborados à base de vermiculita expandida e material orgânico, possuindo boas características físicas e, dotados de macro e micro nutrientes para o bom desenvolvimento inicial das mudas, além de serem livres de pragas e doenças (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004). Substratos comerciais apresentam porcentagem de microporos considerada satisfatória para a produção de mudas, o que lhe confere boa capacidade de retenção de água, influenciando, assim, o desenvolvimento do sistema radicular das mudas (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

A necessidade de se buscar substratos melhores se dá pelo seu papel na produção, que é o de sustentação da planta, retenção da água e fornecimento de nutrientes, ou seja, fatores muito importantes para o desenvolvimento da planta

(BOTELHO, 2011). Além destes fatores, é preciso, também, que ofereça boas condições de luz, umidade, densidade e oxigênio (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011), o que resultará em condições favoráveis a germinação.

A germinação das sementes é influenciada pelo substrato, pois fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de acordo com o material utilizado, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (WAGNER JÚNIOR et al., 2006).

A busca por substratos constituídos, principalmente, por resíduos orgânicos, tem como objetivo diminuir os custos com adubação química (MORAES NETO et al., 2003). Nesse sentido sua escolha deve ser feita levando-se em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à quantidade de água, possível sensibilidade à luz e a facilidade que oferece para a realização de contagens e avaliação de plântulas (BRASIL, 2009). Nesse aspecto, a fibra de coco é um substrato bastante utilizado e que inclusive já é comercializada, cujo potencial se deve a sua característica física de alta porosidade por conta de ser praticamente inerte (CARRIJO et al., 2002). Segundo Rosa et al. (2001) 80% a 85% do peso bruto do coco verde é considerado lixo, este é coletado e através de diversas operações como corte, desfibramento, secagem, trituração, lavagem e, quando necessário, compostagem, obtém-se a fibra (CARRIJO et al. 2002).

Avaliando composições de substratos, sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill Simões et al. (2012) ex Maiden × *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, verificaram que mudas destas espécies tem melhor desempenho com substratos compostos de casca de arroz carbonizada e fibra de coco na mistura 1:1 e, vermiculita e fibra de coco em 1:1. Nesse sentido, Pinto et al. (2011), obtiveram melhores resultados de emergência de plântulas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. quando utilizaram como substrato a combinação de arisco e fibra de coco (1:1). Da mesma forma, Nogueira et al. (2012), também, obtiveram altos

valores de emergência em substratos compostos com fibra de coco pura, provavelmente por proporcionar boa retenção de água.

O substrato tem influência direta na emergência e desenvolvimento inicial das plântulas (ALEXANDRE et al., 2006), (WAGNER JUNIOR et al., 2006) (CARRIJO et al., 2002), esse autores ainda indicam a fibra de coco como alternativa viável para produção de mudas, por ser leve, de fácil manuseio, possuir boa capacidade de absorção de água e não exigir irrigação diária.

Em pesquisa avaliando substratos na germinação de sementes de *Ochroma pyramidale*, foi verificado que a vermiculita proporcionou os melhores resultados de germinação e velocidade de germinação (ALVINO; RAYOL, 2007). Assim, também, Garcia e Vieira (1994), com *Hevea brasiliensis*, e Cavallari et al. (1992), com *Gmelina arborea*. Já Alves et al. (2002), estudando diferentes tipos de substrato na germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia*, verificaram que a vermiculita é apropriada para se alcançar melhor tempo médio de germinação.

Outro substrato bastante utilizado é casca de arroz carbonizada, resíduo proveniente da agroindústria do arroz. Possui baixa retenção de água e pH elevado, o que propicia seu uso como condicionador para solo orgânico e seu emprego em substratos para a propagação de espécies ornamentais, assim como meio de enraizamento de estacas (BELLÉ; KÄMPF, 1994).

Utilizando diferentes substratos na produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) Araújo e Paiva Sobrinho (2011), obtiveram maiores valores de emergência para a combinação solo + esterco bovino e solo + casca de arroz carbonizada (1:1:1). Antônio et al. (2010) com mudas de *Eucalyptus grandis*, em substratos compostos de casca de arroz carbonizada e biossólido de cervejaria, obtiveram o melhor desenvolvimento das mudas com a proporção de 60% de biossólido e 40% de casca de arroz carbonizada, 40% de biossólido e 60% de casca de arroz carbonizada e 80% de biossólido e 20% de casca de arroz carbonizada, respectivamente. O benefício do uso da casca de arroz carbonizada

é evidenciado por Garcia et al (2012) com *Bactris gasipaes*, Nicoloso et al. (2000) com *Maytenus ilicifolia*, e Vieira Neto (1998) com mangabeira, que observaram melhor crescimento de mudas quando utilizaram casca de arroz carbonizada nas misturas dos substratos.

Utilizando compostos à base de capítulo de girassol para a produção de mudas de mamoeiro Almeida et al. (2011) conseguiram produzir mudas de qualidade com o substrato composto por 25% de capítulo de girassol + 75% de esterco caprino. A casca de castanha de caju, também, pode se tornar uma alternativa na composição de substratos. Baseado nisso, Correia et al. (2005) utilizaram o tegumento da amêndoa de caju decomposto para produção de porta-enxerto de goiabeira e obtiveram resultados satisfatórios apenas na agregação desse substrato às raízes.

Mais recentemente Martins et al. (2012), trabalhando com *Schizolobium parahyba*, verificaram que o substrato composto de serragem de casca de pinus oferecem condições adequadas ao processo de germinação e crescimento de plântulas da espécie estudada. Já Scheer et al. (2012), também avaliaram a serragem de casca de pinus, mas obtiveram resultados inferiores aos substratos compostos com lodo de esgoto compostado.

O pó de serraria também se constitui em boa alternativa de substrato, por ser facilmente encontrado e considerado refugio pela indústria madeireira, Fachinello et al., (1995) alerta que apesar de se uma boa alternativa, deve-se levar em consideração alguns fatores como a alta relação C/N que pode ser prejudicial para as mudas. Entretanto, esse substrato tem como vantagens o fato de ser barato, e de fácil aquisição pelos pequenos produtores, sendo, portanto bastante utilizado.

Com base nessas considerações, o substrato deve ser o primeiro fator a ser pensado quando se quer produzir mudas de boa qualidade, pois o uso inadequado pode ocasionar irregularidade ou até mesmo nulidade na germinação (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011).

2.5 LUMINOSIDADE

Por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese, a luz é um fator de extrema importância que influencia no crescimento dos vegetais (CAMPOS; UCHIDA, 2002). A luminosidade pode favorecer ou desfavorecer a germinação de algumas espécies, estando, portanto, relacionada a quantidade e tempo de exposição, podendo afetar quantidade e qualidade do desenvolvimento da planta (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

A intensidade luminosa influencia na matéria seca da planta, pois ocasiona o maior consumo de carboidratos pela respiração do que é produzido pela fotossíntese (FERREIRA et al., 1977). Algumas pesquisas evidenciaram desenvolvimento mais favorável em condições de alta luminosidade para espécies heliófilas com maior produção de matéria seca, enquanto em outros encontraram maior acúmulo de matéria seca em baixa luminosidade para espécies ombrófilas (GAJEGO et al., 2001).

Estudos de crescimento e respostas fotossintéticas para sombra em um grupo de plantas jovens tolerantes, moderadamente tolerantes e intolerantes à sombra mostraram que a biomassa total foi menor e a área foliar específica maior em condições de 79 e 89% de sombra (GRONINGER et al., 1996). Acredita-se que as espécies tolerantes apresentam crescimento mais lento em relação às não-tolerantes, devido às suas taxas metabólicas mais baixas (GRIME, 1965, 1977). O rápido crescimento em altura, quando sombreadas, é um mecanismo de adaptação das plantas competitivas (GRIME, 1977) ou nômades (TINOCO; VASQUES-YANES, 1985), como forma de escape ao déficit de luz, já que estas não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas através do reajuste de suas taxas metabólicas. Segundo Scalon et al. (2003), frequentemente as análises do crescimento de mudas são utilizadas para prever o grau de tolerância das diferentes espécies ao sombreamento.

Em sua revisão sobre árvores nativas Scalon e Alvarenga (1993), observaram que, de forma geral, há grande diversidade de respostas das plantas à luminosidade,

principalmente quanto ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e à sobrevivência das mudas.

Pode-se avaliar a magnitude da necessidade de luz de uma espécie por meio de sombreamento artificial no viveiro, o que confere uniformidade de iluminação e permite isolar e quantificar o efeito da luz (AGUIAR; BARBEDO, 1996).

O efeito da luz sobre o crescimento de espécies florestais é evidenciado em vários trabalhos de pesquisa, como os de Campos e Uchida (2002), com *Jacaranda copaia*, que obtiveram maior crescimento das mudas quando cultivadas com 30% de Luminosidade, enquanto que para as espécies de *Ochroma logopus* e *Himenaecaurbaril*, o melhor desempenho no desenvolvimento das mudas aconteceu no cultivado a pleno sol.

Nesse contexto, Câmara e Endres (2008), trabalhando com *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L., em diferentes níveis de sombreamento, observaram que em ambas as espécies, as mudas cultivadas sob 50% de sombreamento apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo, com maior diâmetro de colo e melhor desenvolvimento do sistema radicular, também sob esse nível de sombreamento, ocorreu maior acúmulo de massa seca, principalmente nas folhas. Os mesmos autores observaram ainda que as espécies estudadas resistiram a todos os níveis de luminosidade, desenvolvendo-se com maior ou menor êxito, inclusive quando expostas a pleno sol, mas, também, suportando até a maior condição de sombreamento (92%), na qual não foi registrada morte devido a restrição na disponibilidade de luz.

Trabalhando com mudas de *Caesalpinia echinata* Aguiar et al. (2005), observaram maior diâmetro do caule a pleno sol quando comparadas com as plantas sob sombreamento de 60 e 80%, em todos os períodos de tempo avaliados (12, 18 e 24 meses). Da mesma forma, Felfili et al. (1999) verificaram aumento no diâmetro do colo nas condições de pleno sol e de 50% de sombreamento para *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth.

Com mudas de *Colophyllum angulare* Muroya et al. (1997), obtiveram maiores valores de altura quando cultivadas sob 70% de sombra; já Pedroso e Varela (1995), não verificaram diferença significativa na altura de mudas de *Ceiba pentandra*, quando cultivadas em diferentes níveis de sombreamento. Varela e Santos (1992), verificaram uma tendência no aumento da massa seca de mudas de *Dinizia excelsa*, em função do aumento do sombreamento.

Vários autores têm relatado diminuição da razão clorofila “a” e “b” em folhas submetidas a menores intensidades luminosas (FERRAZ; SILVA, 2001; FONTES; SILVA, 2000). A clorofila está sendo constantemente sintetizada e destruída em presença de luz (KRAMER; KOSLOWSKI, 1979).

Com mudas de *Jacaranda puberula* Almeida et al. (2005), observaram que quando cultivadas a pleno sol resultaram em alto índice de mortalidade, e o tratamento com 30% de sombreamento mostrou-se superior aos demais, sendo recomendado para a produção de mudas dessa espécie. Resultados semelhantes, também, foram encontrados por MAZZEI et al. (1998) com *Schefflera morototoni* e MAZZEI et al. (1999) com *Hymenaea coubaril*, esses autores ainda relatam que outras espécies apresentam resultados diferentes, conforme evidenciado por Souza-Silva et al. (1999) com *Cabralea canjerana* em que o maior crescimento de plantas foi a pleno sol.

Com *Schizolobium parahyba* Caron et al. (2010), obtiveram 100% de mudas vivas quando cultivadas a pleno sol, e ressaltam que essa espécie pode ser cultivada em ambiente variando de 0% a 100% de sombreamento.

Estudando sombreamento em *Anadenanthera pavonina*, Fanti e Perez (2003) verificaram que essa espécie tem uma produção de mudas mais eficientes quando cultivada com alta luminosidade (60%), apesar de maiores valores de área foliar terem sido verificados quando estas foram cultivadas sob baixa intensidade luminosa (30%). O aumento em área foliar com o sombreamento é uma das adaptações que permite ao vegetal aumentar rapidamente a superfície fotossintetizante e assegurar um aproveitamento maior da baixa intensidade luminosa (PEDROSO; VARELA, 1995).

A resposta da planta a luz também pode variar de acordo com o substrato utilizado, como é evidenciado por Martins et al. (2012), que obtiveram bons resultados de germinação quando a sementeira de *Acacia mangium* foi realizada em casca de *pinus* sob 30% de sombreamento, e em substrato comercial sob 30 e 50% de sombreamento; para *Acacia mearnsii* em casca de *pinus* sob 50% de sombreamento, ou substrato comercial a pleno sol. Já Mota et al. (2012), avaliando a emergência e crescimento inicial de *Dipteryx alata*, verificaram que o ambiente de 50%, 70% e a pleno sol não influenciou na emergência dessa espécie. Oliveira e Perez (2012), com mudas de *Tabebuia aurea*, verificaram aumento de plasticidade fenotípica para o índice de robustez e biomassa seca total, indicando adaptação aos ambientes de cultivo (30% e 45%).

Portanto, conforme se verifica, cada espécie tem exigências próprias para o seu desenvolvimento e, a intensidade de luz que chega ao indivíduo é especialmente importante para o seu crescimento e desenvolvimento (POGGIANI et al., 1992).

REFERÊNCIAS

AGARKAR, S. V.; JADGE, D. R. Phytochemical and pharmacological investigation of genus *Cassia*: a review. **Asian Journal Chemistry**, v.11, n.2, p. 295-299, 1999.

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

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO S.; TAVARES, A. R.; PINTO, M. M.; STANCATO, G. C.; AGUIAR, J.; NASCIMENTO, T. D. R. Germinação de sementes e formação de mudas de *caesalpinia echinata* lam. (pau-brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.871-875, 2005.

ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JUNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; BRUCKNER, C. H. Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.2, p. 227-230, 2006.

ALMEIDA, J. P. N.; DANTAS, L. L. G. R.; PEREIRA, E. C.; TOSTA, M. S.; MEDEIROS P. V. Q. Composição de substratos alternativos com capítulo de girassol na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.174-178, 2011.

ALVES, E. U.; PAAULA, R. C.; OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; DINIZ, A. A. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.169-178, 2002.

ALVINO, F. O.; RAYOL, B. P. Efeito de diferentes substratos na germinação de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (BOMBACACEAE). **Ciência Florestal**, v.17, n.1, p.71-75, 2007.

ANTÔNIO, A. C.; ALVES, J. C. F.; FARIA, B. R.; ALMEIDA, M. J. Utilização do biossólido de cervejaria como substrato para produção de mudas de eucalipto: análise do desenvolvimento inicial das mudas e aspectos ambientais. **Engenharia na Agricultura**, v.18, n.4, p.305-309, 2010.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, n.2, p.105-121, 2009.

ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, Edição Especial, p.581-588, 2011.

ARRUDA, J. B. **Aspecto da germinação e cultivo do nó-de-cachorro (*Heteropteris aphrodisiaca* O. Mach.)**. 2001. 142f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2001.

BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Substrato a base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26. n.5, p.753-758, 1991.

BELLÉ, S.; KÄMPF, A. N. Utilização de casca de arroz carbonizada como condicionador hortícola para um solo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.8, p.1.265-1.271, 1994.

BEZERRA, F. T. C.; ANDRADE L. A.; BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA, W. E.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, L. S. B.; FEITOSA R. C. Biometria de frutos e sementes e tratamentos pré-germinativos em *Cassia grandis* L. f. (Fabaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, suplemento 1, p.2863-2876, 2012.

BORTOLINI, M. F.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. FORTES, A. M. T. Crescimento de mudas de *gleditschia amorphoides* taub. produzidas em diferentes substratos. **Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.35-46, 2012.

BOTELHO A. V. F. **Influência de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. Ex S. Moore.** 2011. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 2009. 399p.

CÁCERES, A; LOPES, B. R; GÍRON, M. A. LOGEMANN. Plants used in Guatemala for treatment of dermatophytic infections. **Jornal of Ethnopharmacology**, v.31, p.263-76, 1995.

CAMARA, C. A.; ENDRES, L. DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE DUAS ESPÉCIES ABÓREAS *Mimosa caesalpinhiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. Sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, v.38, n.1, p.43-51, 2008.

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

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR /FUPEF/Campos: UENF, 1995. 451p.

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.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; BLANK, M. F. A.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de Jatobá (*Himenaecia courbaril* L.) em diferentes ambiente, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

CAVALLARI, D. A. N.; WETZEL, M. M. V. S.; BATISTA, L. A. R. Substrato e temperatura na germinação de sementes de *Gmelina arborea* Roxb. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.1, p.89-92, 1992.

CHAGAS, I. M.; TAVARES, J. C.; FREISTAS R. S.; RODRIGUES, G. S. O. formação de mudas de maracujá amarelo em quatro tamanhos de recipiente. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.1, n.2, p.122-133, 2006.

CORREIA, D.; RIBEIRO, E. M.; LOPES, L. S.; ROSSETI, A. G.; MARCO, C. A. Efeito de substratos na formação de porta-enxertos de *psidium guajava* L. cv. ogawa em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p. 88-91, 2005.

COSTA, M. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; ALBRECHT, J. M. F.; COELHO, M. F. B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p.19-24, 2005.

CUNHA, A. M. CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, L. R. A.; SILVA, J. A. L.; SOUSA, V. C. Efeito dos substratos e das dimensões dos recipientes da qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex. D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.511-514, 2005.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, J. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2ª ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178p.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina*. **Ciência Florestal**, v.13, n.1, p.49-56, 2003.

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

FERNANDEZ, J. R. C. **Efeito de substratos, recipientes e adubação na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2002. 65f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – FAMEV/ UFMT, Cuiabá, 2002.

FERRAZ, K. K. F.; SILVA, D. M. Avaliação ecofisiológica do crescimento inicial de espécies florestais usadas na recuperação de áreas degradadas – II. *Calliandra calothyrsus* Meisn. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2001, Ilhéus-BA. CD-ROM. 6-087.

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

FONTES, R. V.; SILVA, D. M. Avaliação ecofisiológica do crescimento inicial de *Piptadenia adiantoides* (Spreng.) Macbr., espécie florestal usada na recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2000, Ilhéus-BA. CD-ROM. 6-089.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO D. G.; SOUZA L. S.; CARNEIRO J. G. A. E PAULINO G. M. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.761-770, 2010.

GAJEGO, E. B.; ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de plantas jovens de *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* em diferentes condições de sombreamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2001, Ilhéus-BA. CDROM. 6-029.

GARCIA, A.; VIEIRA, R.D. Germinação, armazenamento e tratamento fungicida de sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.2, p.128-133, 1994.

GARCIA, V. A.; MODOLO, V. A.; LAGÔA, A. M. M. A.; TUCCI, M. L. S.; ERISMANN, N. M.; RODRIGUES, S. D. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* kunth) utilizando resíduo de mineração de areia como componente de substratos. **Ciência Florestal**, v.22, n.3, p.445-455, 2012.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 116p.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FREITAS, S. C. Influência do tamanho da embalagem plástica na produção de mudas de ipê, copaíba e angico vermelho. **Revista Árvore**, v.14, n.1, p.26-34, 1990.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FONSECA, E. P. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maidem, Win-strip. **Revista Árvore**, v.15, n.1, p. 35-42, 1991.

GOMES, J.M.; PEREIRA, A.R.; MORAIS, E.J. Influência do tamanho da embalagem na produção de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Revista Árvore**, v.9, n.1, p.16-20, 1980.

GRIME, J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**, v.982, n.3, p.1169-1194, 1977.

GRIME, J. P. Shade tolerance in flowering plants. **Nature**, v.5006, n.208, p.161-163, 1965.

GRONINGER, J. W.; SLEIDER, J. R.; PETERSON, J. A; KREH, R. E. Growth and photosynthetic responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. **Tree Physiology**, v.16, p.773-778, 1996.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.1069-1076, 2004.

JESUS, B. M. **Morfologia de sementes, germinação e desenvolvimento de mudas de angico-de-bezerro (*Piptadenia obliqua* (Pers.) Macbr.)**. 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1997.

JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas**. 2003. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, S. **Fisiologia da árvore**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 745p.

LISBOA, A .C.; SANTOS, P. S.; OLIVEIRA NETO, S.N.; CASTRO, D.N.; ABREU, H.M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* E *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, v.36, n.4, p.603-609, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 352p.

LUCENA. A. M. A. DE GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. Desenvolvimento de mudas de leucena e flamboyant em diferentes composições de substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.1, n.2, p.16-23, 2006.

MACEDO, A. C. **Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 17p.

MAIA, C. M. B. F. Uso de casca de *Pinus* e lodo biológico como substrato para a produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.39, p.81-82, 1999.

MARTINS, C. C.; SILVA, J. D. R.; PEREIRA, M. R. R.; OLIVEIRA, S. S. C. Efeito do sombreamento e do substrato sobre a germinação e o crescimento de plântulas de *Acacia mangium* e *Acacia mearnsii*. **Ciência Florestal**, v.22, n.2, p.283-293, 2012.

MAZZEI, L. J.; REZENDE, A. V.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C. Crescimento de plântulas de *Schefflera morototoni* (AUBL.) Maguire, Steyermark & Frodin em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.3, p.27-26, 1998.

MAZZEI, L. J.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V. FRANCO, A. C. Crescimento de plântulas de *Hymenea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee e Lang. em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.4, p.21-29, 1999.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; RODRIGUES, C. S. J.; GERES, W. L. A.; D, F. AGUIRRE JR, J. H. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.779-789, 2003.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *dipteryx alata* vog. **Ciência Florestal**, v.22, n.3, p.423-431, 2012.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacaréuba (*Calophyllum angulare* - Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, v.27, n.3, p.197-212, 1997.

NICOLOSO, F.T. et al. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.987-992, 2000.

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; MATUOKA, M. Y.; SOUSA V. F. L. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. em função de diferentes substratos. **Revista Agroambiente**, v.6, n.1, p.17-24, 2012.

OLIVEIRA, A. K. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Crescimento inicial de *tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v.22, n.2, p.263-273, 2012.

OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M.; SILVA, S. A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e

acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

OLIVEIRA, V. H.; LIMA, R. N.; PINHEIRO, R.D. **Efeito do recipiente utilizado na formação de mudas no crescimento e desenvolvimento de plantas de cajueiro cultivadas sob irrigação**. EMBRAPA, 2000. 3p. (EMBRAPA. Pesquisa em andamento, 72).

PAIVA, H. N.; VITAL, B. R. **Escolha da espécie florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 42p. (Cadernos Didáticos, 93).

PEDROSO, S. G., VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.1, p.47-51, 1995.

PINTO, J. R. S.; SILVA, M. L.; NOGUEIRA, D. T. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; SILVA, A. N. Diferentes tipos de substratos no desenvolvimento inicial de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.3, p.180-185, 2011.

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

RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados: Planaltina, DF, 1998. 164p.

ROSA, M. F; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D; ARAUJO, F. B. S.; NORÔES, E. R. V. Caracterização do pó da casca

de coco verde usado como substrato agrícola. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2001. 6p. (Comunicado Técnico, 54).

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, A. F. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L .F) D. Dom. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.1-15, 2000.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A.A.; DAVIDE, A. C. Influência do substrato, temperatura, umidade e armazenamento sobre a germinação de sementes de paupereira (*Platygyamus regnelli* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.1, p.143-146, 1993.

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

SCALON, S. P. Q.; TEODÓSIO, T. K. C.; NOVELINO, J. O.; KISSMANN, C.; MOTA, L. H. S. Germinação e crescimento de *Caesalpinia ferrea* MART. EX TUL. Em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.633-639, 2011.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Crescimento de mudas de *prunus brasiliensis* (Cham. & Schltdl.) D. Dietr. Em substratos à base de lodo de esgoto compostado e fertilizante mineral. **Ciência Florestal**, v.22, n.4, p.739-747, 2012.

SCHIRMER, G. K. **Utilização do lodo de esgoto na vermicompostagem e como substrato para a produção de mudas de *Pinus elliottii* Engelm.** 2010 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SILVA, D. B.; LEMOS, B. S. **Plantas da área verde da super quadra norte 416** – Brasília, DF: EMBRAPA/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 147p.

SILVA, E. A.; MARUYAMA, W. I.; OLIVEIRA, A. C.; BIESSO, 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.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden $\times$ *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.91-100, 2012.

SMIDERLE, O. S.; MINAME, K. Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. **Revista Científica Rural**, n.6, n.1, p.38-45, 2001.

SOUZA-SILVA, J. C.; SALGADO, M. A. S.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; FRANCO, A.C. Desenvolvimento inicial de *Cabralea canjerana* Saldanha em diferentes condições de luz. **Boletim do herbário Ezechias Paulo Heringer**, v.4, n.?, p.80-89, 1999.

TINOCO, C.; VASQUEZ-YANES, C. Diferencias en poblaciones de *Piper hispidus* bajo condiciones de luz contrastante en una selva alta perenifolia. In: GOMEZPOMPA, A.; AMO, R.S. (Eds.) **Investigaciones sobre la regeneration de selvas altas em Vera Cruz**, v.2, p.267-281, 1985.

VALÊNCIA, E.; MADINAVEITIA, A.; BERMEJO, J.; GONZALES, A.G. GUPSTA, M.P. Alkaloids from *Cassia grandis*. **Fitoterapia**, v.66, n.5 p.476-477.1995.

VARELA, V. P.; SANTOS, J. Influência do sombreamento na produção de mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazônica**, v.22, n.3, p.407-411, 1992.

VIEIRA NETO, R. D. Efeitos de diferentes substratos na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, n.3, p.265-271, 1998.

VIEIRA, A.H. et al. Efeito de diferentes substratos para produção de mudas de freijó-louro *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. **Boletim de Pesquisa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, n.25, p.12, 1998.

WAGNER JUNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIROS, J. R. S.; PIMENTEL, L. D.; SILVA, J. O. C.; BRUCJNER, C. H. Influência do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.643-647, 2006.

YUYAMA, K.; SIQUEIRA, J. A. S. Efeito do tamanho das sementes e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Acta Amazônica**, v.29, n.4, p.647-650, 1999.

CAPÍTULO II

EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *Cassia grandis* L. f. EM FUNÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS

RESUMO

Atualmente se busca utilizar substratos constituídos, principalmente, de resíduos orgânicos, a fim de diminuir os custos com adubação química. Nesse sentido, o experimento teve como objetivo avaliar diferentes tipos de substratos para a emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Cassia grandis* L. f. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN. Os substratos utilizados foram: areia + palha de arroz (nas proporções de 1:1, 1:3 e 3:1), areia + pó de madeira (nas proporções de 1:1, 1:3 e 3:1), areia + fibra de coco (nas proporções de 1:1, 1:3 e 3:1), areia + casca de castanha de caju (nas proporções de 1:1, 1:3 e 3:1) e areia (testemunha). Os parâmetros avaliados foram: porcentagem e velocidade de emergência, comprimento da parte aérea, comprimento de raiz e massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos (combinações dos substratos), em quatro repetições com 25 sementes e as médias submetidas ao teste de Skot-knott ($p < 0,05$). De acordo com os resultados, os substratos areia + pó de madeira (1:1) e areia + fibra de coco (1:3) foram os mais apropriados, proporcionando melhores resultados em emergência, massa seca da parte aérea, comprimento da parte aérea, massa seca da raiz e comprimento da raiz de *Cassia grandis*. Por outro lado, verificou-se que o substrato composto com casca de castanha de caju e areia (3:1) proporciona efeito negativo à germinação de sementes dessa espécie.

Palavras-chave: Cássia rosea; substratos alternativos; produção de mudas.

**EMERGENCY AND INITIAL DEVELOPMENT OF *Cassia grandis* L. f.
PLANTS DEPENDANT ON SUBSTRATES**

ABSTRACT

Currently if search using substrates composed primarily of organic waste in order to reduce costs with chemical fertilizer. In that sense, the experiment was to evaluate different types of substrates for the emergence and early development of seedlings of *Cassia grandis* L. f. The experiment was carried out in a greenhouse at the Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), in Mossoró, RN, Brazil. The substrates used were: sand + carbonized rice husk (in ratios of 1:1, 1:3 and 3:1), sand + wood dust (in ratios of 1:1, 1:3 and 3:1), sand + coconut fiber (in ratios of 1:1, 1:3 and 3:1), sand + chestnut bark (in ratios of 1:1, 1:3 and 3:1) and sand (control). The experimental design was a completely randomized design with 13 treatments (combinations of substrates), with four replications of 25 seeds and the means to test for Skot-knot ($p < 0.05$). We evaluated the following variables: plant emergence, emergence speed, plant height, root length and weight of the aerial part of the plant, Root dry weight and Weight total dry. According to the results, the substrate sand + sawdust (1:1) and sand + coconut fiber (1:3) showed higher values, providing better results in emergence, weight of the aerial part of the plant, length of the aerial part of the plant, root dry mass and root length. It was found that the substrate compound s chestnut bark and sand (3:1) is harmful to the germination of *Cassia grandis* seeds.

Keywords: *Cássia rosea*; germination; seedling production.

1 INTRODUÇÃO

A *Cassia grandis* L. f. pertence à família Fabaceae - caesalpinoideae é comumente conhecida como, cássia-grande ou cássia rosa. Ocorre desde a região amazônica até o pantanal mato-grossense. É uma árvore que pode atingir de 15 a 20m de altura, apresenta copa ampla, tronco revestido por casca acinzentada, possui um grande potencial ornamental, podendo ser usada em paisagismo. Também, apresenta grande potencial medicinal, no Brasil é popularmente usada para preparo de xaropes (LORENZI, 2008); já na Guatemala suas folhas são utilizadas no tratamento de infecções dermatológicas e antimicótica (CÁCERES et al., 1995).

Por apresentar esse grande potencial *Cassia grandis* vem sendo bastante utilizada na arborização urbana na região sul e sudeste, mas ainda são poucos estudos sobre a produção de mudas desta espécie, bem como a avaliação do seu potencial silvicultural e econômico. O mercado atual nos obriga a produzir com o menor custo possível, com isso em relação à produção de mudas se busca cada vez mais substratos alternativos a fim de diminuir cada vez mais os custos de produção. A necessidade de se buscar substratos melhores se dá pelo fato de que para uma boa germinação de um determinado lote de sementes é necessário que as mesmas sejam colocadas em um substrato que lhe ofereça condições adequadas de luz, umidade, densidade e oxigênio (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011). Ainda, segundo estes mesmos autores, é importante conhecer a característica física do substrato, uma vez que uma densidade muito alta, por exemplo, poderá limitar o crescimento da muda.

Além de boa qualidade física os substratos também devem apresentar boa quantidade de nutrientes para promover bom desenvolvimento da muda, nutrientes esse que muitas vezes tornam alto o custo de produção de mudas. Atualmente se busca utilizar substratos constituídos, principalmente, de resíduos orgânicos, a fim de diminuir os custos com adubação química (MORAES NETO et al., 2003). Entre esses,

encontra-se a casca de arroz carbonizada, cujo resíduo da agroindústria processadora de arroz é disponível em grandes quantidades na região do Alto Oeste potiguar. Portanto, a possibilidade de ser utilizado por produtores com baixo poder de investimento para aquisição de substratos comerciais, sugere a necessidade de avaliar esse material como componente de substrato alternativo (SAIDELLES et al., 2009).

A fibra de coco é outro substrato bastante utilizado e que inclusive já é vendido comercialmente, esse potencial se deve a sua característica física de alta porosidade por causa de a fibra ser quase inerte, sendo obtida através de diversas operações como corte, desfibramento, secagem, trituração, lavagem e, quando necessário, compostagem (CARRIJO et al., 2002).

A casca de castanha de caju também pode se tornar uma alternativa de substratos para região do oeste potiguar, pela grande disponibilidade no município de Serra do Mel, RN. Para esta alternativa de substrato, Correia et al. (2005) utilizaram o tegumento da amêndoa de caju decomposto para produção de porta-enxerto de goiabeira e obtiveram resultados satisfatórios na agregação desse substrato às raízes. Com base nesse aspecto, o substrato deve ser o primeiro item a ser pensado quando se quer produzir mudas de boa qualidade, pois o uso de um substrato inadequado pode ocasionar irregularidade ou até mesmo nulidade na germinação (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011.).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar substratos alternativos, na emergência e desenvolvimento inicial de *Cassia grandis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *Cassia grandis* foram coletadas de árvores nativas da mata atlântica, existentes no município de Moreno, PE (8° 07' 07" S, 35° 05' 32" O e 96 m de altitude), distante 28 km da cidade do Recife, no período de outubro a dezembro de 2011. Após a coleta, as vagens foram transportadas para o Laboratório de Análises de

Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, onde as sementes foram extraídas. As sementes foram colocadas para secarem à sombra e, em seguida, acondicionadas em embalagem de papel e armazenadas em ambiente controlado (16°C e 45% de umidade relativa do ambiente) até o início da fase experimental.

Para superar a dormência tegumentar das sementes, efetuou-se o desponte na região distal do embrião, utilizando-se tesoura de poda e em seguida, colocado para embeber em água por 24 horas, conforme recomendação de Carvalho Filho (2002).

A semeadura se deu em bandejas de plástico de 50 células, dispostas em casa de vegetação, com irrigação diária, utilizando-se as seguintes de substratos, casca de arroz carbonizada através de pirólise com carbonizador artesanal; pó de madeira curtido durante 40 dias; fibra de coco obtida comercialmente e casca de castanha de caju obtida depois da queima, passando por um processo de moagem numa forrageira, com isso foram compostos os seguintes tratamentos: 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha). Na Tabela 1 encontram-se a descrição e composição química dos substratos estudados.

Tabela 1. Caracterização físico-química de amostra dos substratos avaliados, quanto a densidade (Ds), porosidade total (Pt) nitrogênio (N), pH, condutividade elétrica (CE), teor de matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K^+), sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), alumínio (Al^{3+}), porosidade total (Pt) e densidade do substrato (Ds).

Trat	Ds	Pt	N	pH	CE	Mat.org.	P	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}
		%	g.kg ⁻¹	água	ds.m ⁻¹	g.kg ⁻¹		mg.dm ⁻³	cmolc.dm ⁻³			
1	0,5490	74,195	1,96	6,44	0,811	76,84	11,83	263,01	426,09	2,10	0,77	0,00
2	0,3997	78,01	0,42	6,38	0,759	80,77	209,23	968,86	483,16	1,40	1,30	0,00
3	0,5852	74,832	1,12	6,19	0,545	75,59	18,78	121,10	45,09	1,30	1,62	0,00
4	0,4370	80,334	1,12	5,18	0,196	101,39	59,43	1612,43	23,21	1,62	1,03	0,20
5	0,5123	77,970	0,70	6,46	0,273	84,03	7,21	242,25	2385,63	2,14	0,81	0,00
6	0,6153	73,540	0,98	6,43	0,222	78,28	99,55	104,50	540,24	1,88	1,21	0,00
7	0,518	77,954	0,98	4,93	0,402	82,02	9,35	101,38	77,43	1,77	1,40	0,10
8	0,2524	89,524	1,40	4,34	0,435	96,69	112,93	657,45	426,09	2,30	1,35	0,50
9	0,5509	76,033	0,70	5,45	0,437	77,12	25,80	117,99	521,21	2,09	1,22	0,20
10	0,4412	80,145	1,12	4,19	0,413	175,21	49,39	906,58	445,12	0,83	1,73	1,70
11	0,4348	80,865	2,24	5,00	0,573	248,57	4,74	283,77	426,09	0,73	2,41	1,85
12	0,6251	72,181	0,35	6,39	0,304	88,54	264,74	68,17	27,96	2,40	1,43	0,00
13	0,7230	70,355	0,70	6,62	0,168	71,08	5,54	65,05	273,89	2,03	1,12	0,00

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

a) **Porcentagem de emergência:** dada pela relação número de plântulas emergidas/número total de sementes x 100, com contagem realizada aos 20 dias após a semeadura;

b) **Velocidade de emergência:** realizado concomitante ao teste de germinação, sendo os dados utilizados para cálculo do parâmetro, coletados diariamente até o vigésimo dia, seguindo-se metodologia recomendada por Edmond e Drapala (1958);

c) **Altura de plantas e comprimento de raiz:** coletou-se aos 20 dias após a semeadura, cinco plantas por unidade experimental, a partir das quais foi determinado o comprimento da raiz e da parte aérea (medição da base do colo a extremidade da raiz e ao ápice da plântula, respectivamente, realizada com auxílio de régua graduada em milímetro);

d) **Massa seca da parte aérea da raiz:** as cinco plantas utilizadas para avaliar o comprimento foram fragmentadas e postas para secar em estufa de circulação de ar forçado, regulada a 65°C até que obtivessem peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão (0,001), para avaliação da matéria seca da parte aérea e da raiz.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com 13 tratamentos (combinações dos substratos), cada um com quatro repetições de 25 sementes. Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2008). Na análise e avaliação dos ensaios foi empregado o teste de Skot-knott ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plântulas de *Cassia grandis* apresentaram diferenças significativas pelo teste F a 1% de probabilidade, para todas as variáveis analisadas.

O substrato composto por casca de castanha de caju + areia (3:1) não proporcionou emergência de plântulas, com isso todos os resultados provenientes dessa combinação para as demais variáveis foram considerados nulos (Figura 1). A mistura pó de madeira e areia (1:3) proporcionou o maior percentual de emergência de plântulas de *Cassia grandis* (95%), porém não diferindo estatisticamente para os encontrados nos substratos pó de madeira e areia (1:1) (87%), fibra de coco e areia (3:1) (85%), fibra de coco e areia (1:1) (87%) e testemunha (areia lavada) (88%) (Figura 1).

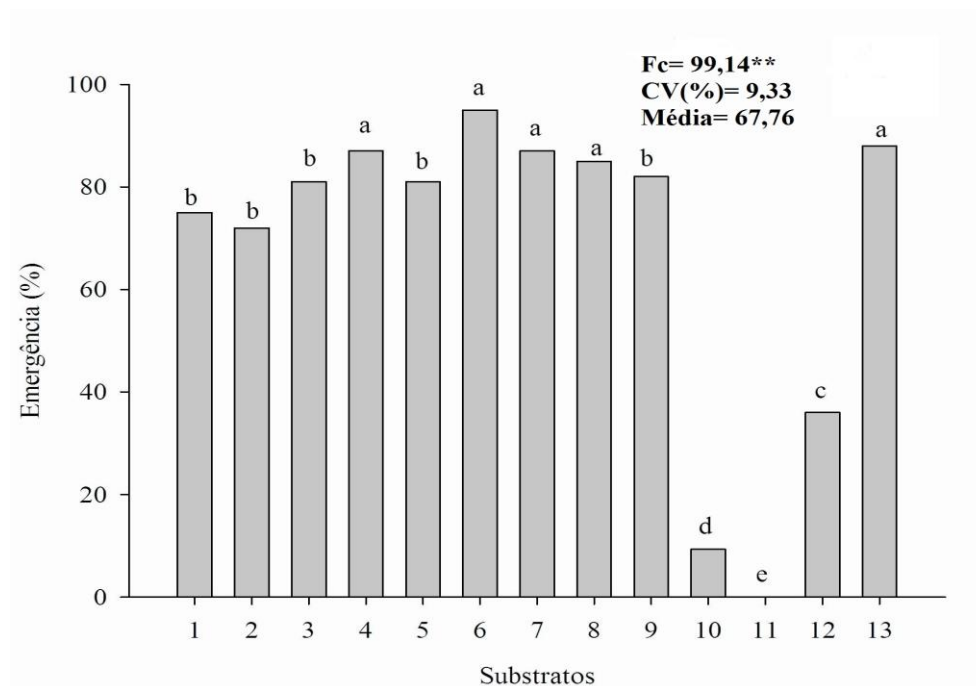


Figura 1. Porcentagem de emergência (%) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha).

** Efeito significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; Fc: F calculado; C.V. %: Coeficiente de variação.

A não ocorrência de emergência no composto casca de castanha + Terra Vegetal (3:1) foi atrelado, provavelmente, a quantidade de óleo presente na casca de castanha, que possivelmente impediu a germinação das sementes de cássia rosa, isto é, queimando as sementes, essa queima se dá pelo ácido anacárdico que compõe 70% do óleo (AGOSTINI-COSTA et al., 2005), como também ao alto teor de matéria orgânica do composto (248 g Kg⁻¹) (Tabela 1). Foi observado por Sousa (2010), com sementes de *Calotropis procera*, que a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas, em diferentes substratos, foram prejudicados quando se utilizou altas concentrações de composto orgânico. Da mesma forma, Nogueira et al. (2012), obtiveram resultados semelhantes com sementes de *Mimosa caesalpinifolia*, cuja percentagem de emergência foi nula para os substratos com alto teor de matéria orgânica.

Já os melhores resultados para emergência das plântulas de *Cassia grandis* foram nos compostos terra vegetal + fibra de coco (1:3) e terra vegetal + pó de madeira (1:1), esses resultados, estão relacionados, provavelmente, com a grande capacidade de retenção de água proporcionada por esses compostos, fator esse que é considerado primordial nessa fase inicial de desenvolvimento, e também proporciona um melhor aproveitamento de água, pois, com a boa retenção não há a necessidade de irrigação diária promovendo economia na irrigação. Segundo Bewley & Black (1994), a embebição das sementes é o passo inicial para a germinação de sementes e deve ocorrer de forma contínua até que haja a emissão da radícula. Portanto, essa alta retenção de água no substrato proporcionou uma maior embebição pelas sementes. Nesse sentido, Pinto et al. (2011), obtiveram melhores resultados de emergências de plântulas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth., quando utilizaram como substrato a combinação de arisco e fibra de coco (1:1). Da mesma forma, Nogueira et al. (2012), também, obtiveram altos valores de emergência em substratos compostos com fibra de coco pura por apresentar boa retenção de água. Alexandre et al. (2006), Wagner Junior et al. (2006) e Carrijo et al. (2002) destacaram que o substrato tem influência direta na emergência e desenvolvimento inicial das plântulas, e indicam a fibra de coco como

alternativa viável para produção de mudas, por ser leve, de fácil manuseio, possuir boa capacidade de absorção de água e não exigir irrigação diária.

A velocidade de emergência de plântulas se destacou para os tratamentos de 1 a 9, apresentando os melhores resultados, e não diferindo estatisticamente entre si, nesse parâmetro, ao contrário das demais, os menores valores são os melhores resultados, descartando-se apenas o tratamento 11, que resultou em percentual zero de emergência de plântulas.

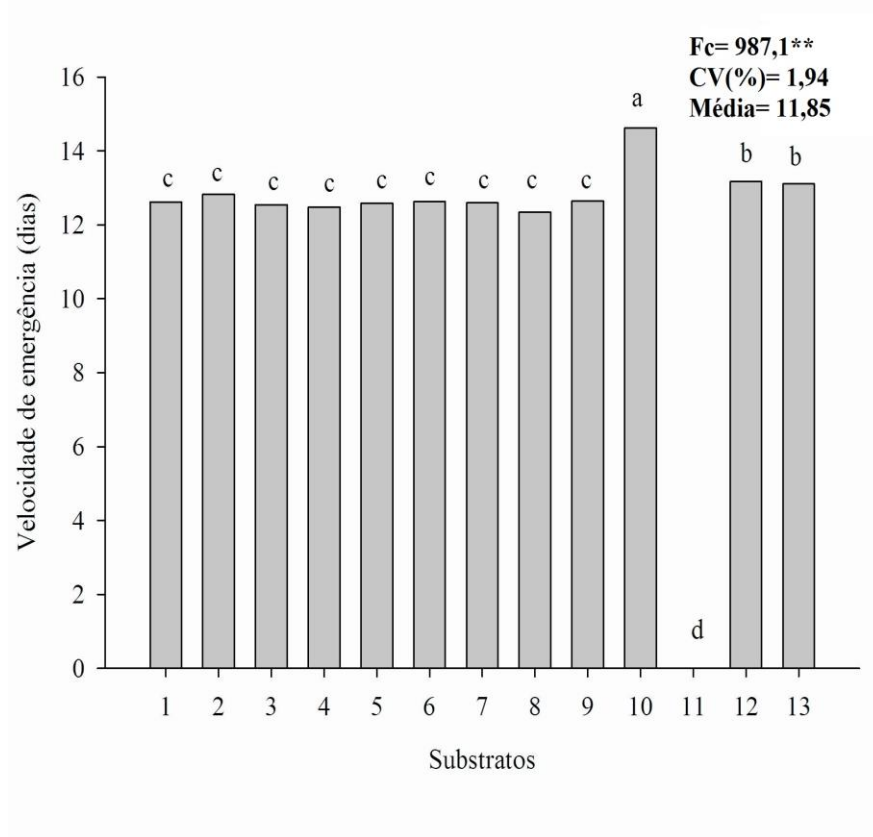


Figura 2. Velocidade de emergência (dias) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz

carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha).

** Efeito significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; Fc: F calculado; C.V. %: Coeficiente de variação.

Essa estabilidade nos tratamentos de 1 a 9 se deu, pelo fato de as sementes terem sido embebidas em água por 24 horas, antes da semeadura, com isso também pode se observar que nem com essa embebição os tratamentos 10, 11, 12 e 13 se mostraram eficientes para essa variável, ou seja, não promoveram condições para aumentar a velocidade de emergência. Este efeito benéfico sobre a velocidade de germinação se deve à absorção de água na primeira etapa do processo germinativo, sendo possível que as sementes já tenham completado, parcial ou totalmente, essa fase por ocasião da semeadura (ADRIANCE e BRISON, 1967).

No comprimento da parte aérea (Figura 3), observam-se melhores resultados para as combinações de terra vegetal + Fibra de coco (1:3), terra vegetal + pó de madeira (1:1), terra vegetal + fibra de coco (1:1) e testemunha (terra vegetal). Por outro lado, os valores mais baixos foram verificados para as combinações de terra vegetal + casca de castanha de caju nas três proporções estudadas.

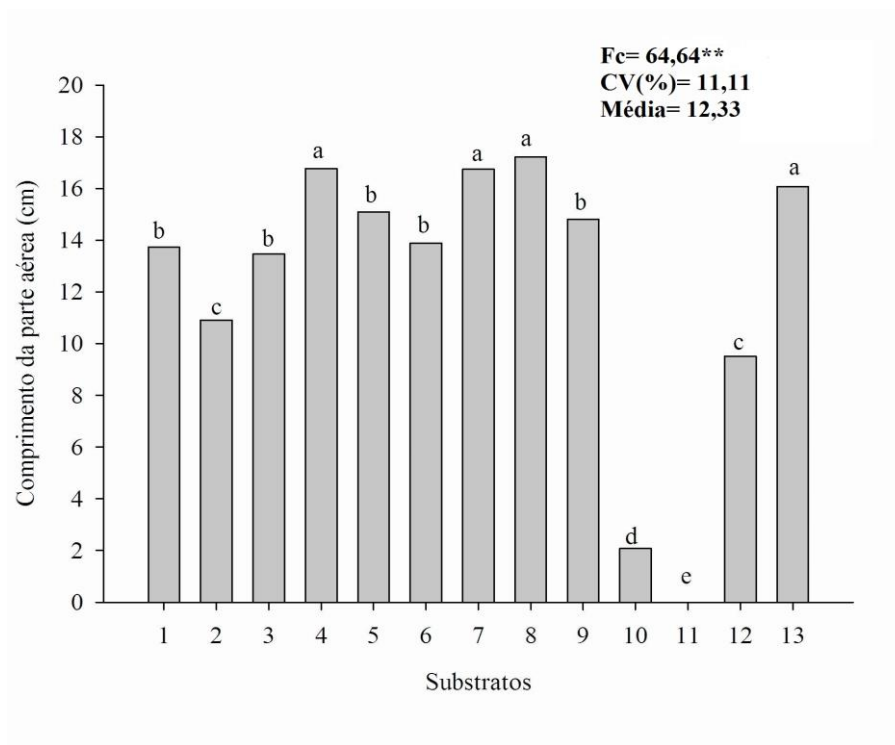


Figura 3. Comprimento da parte aérea (cm) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos. 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha)

** Efeito significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; Fc: F calculado; C.V. %: Coeficiente de variação.

O mesmo foi verificado por Pacheco (2006), com sementes de *Myracrodruon urundeuva*, cujo resultado de comprimento da parte aérea se deu melhor em substrato

de fibra de coco, esse resultado está relacionado com a retenção de água encontrada nos substratos a base de fibra de coco e pó de madeira, característica essa que favorece melhor desenvolvimento da plântula, como observado nesse estudo no parâmetro comprimento da parte aérea, isso comprova que não houve estiolamento nesses tratamentos pois ocasionaram bom crescimento da parte aérea.

O comprimento de raiz (Figura 4) sobressaiu-se melhor quando se utilizou a combinação fibra de coco e areia (3:1), enquanto os substratos com combinações de castanha de caju e areia (1:1; 3:1; 1:3) proporcionaram os piores resultados.

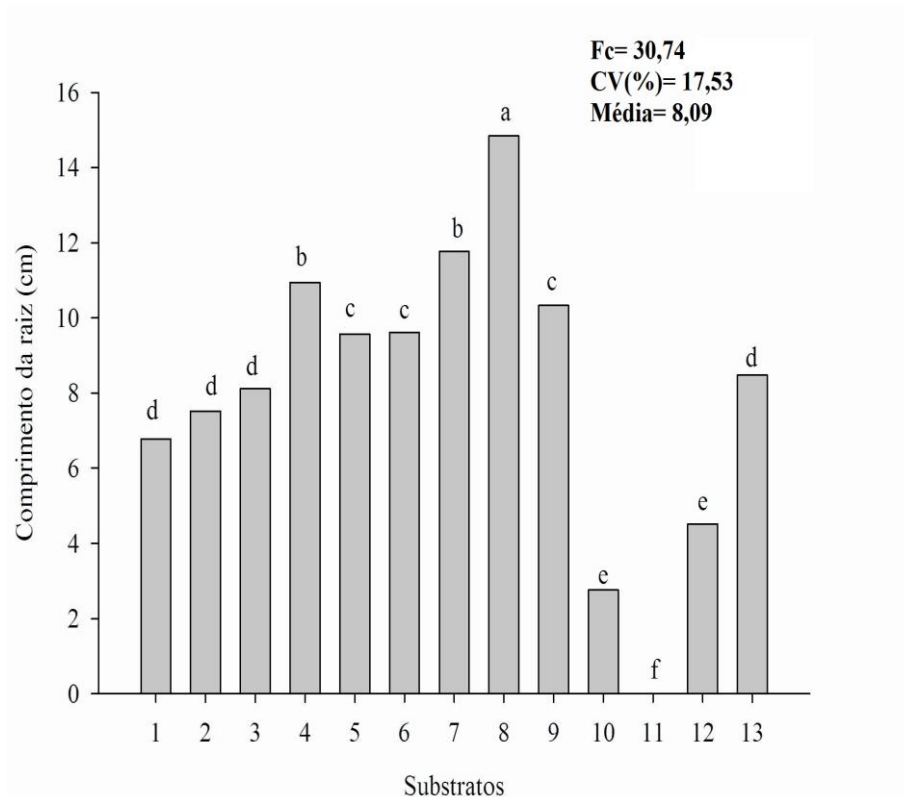


Figura 4. Comprimento da raiz (cm) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos. 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha).

** Efeito significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; Fc: F calculado; C.V. %: Coeficiente de variação.

O comprimento da raiz, proveniente da mistura de terra vegetal + fibra de coco (1:3), resultou em maior valor. Resultados semelhantes também foram encontrados por Nogueira et al. (2012) e Pinto et al. (2011) com plântulas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. A fibra de coco por sua alta porosidade e boa retenção proporcionou melhor desenvolvimento, ocasionando um maior crescimento da raiz principal em relação aos demais tratamentos, aumentando a zona de absorção o que contribuiu para o maior sucesso desse substrato em relação as demais estudados.

O tratamento terra vegetal + fibra de coco (3:1), apresentou uma produção de massa seca da parte aérea de $1,2 \text{ g planta}^{-1}$. Enquanto que os substratos que cotiam no composto casca de castanha de caju apresentaram resultados inferiores aos demais tratamentos, ressaltando em baixo potencial como substratos para produção de mudas (Figura 5).

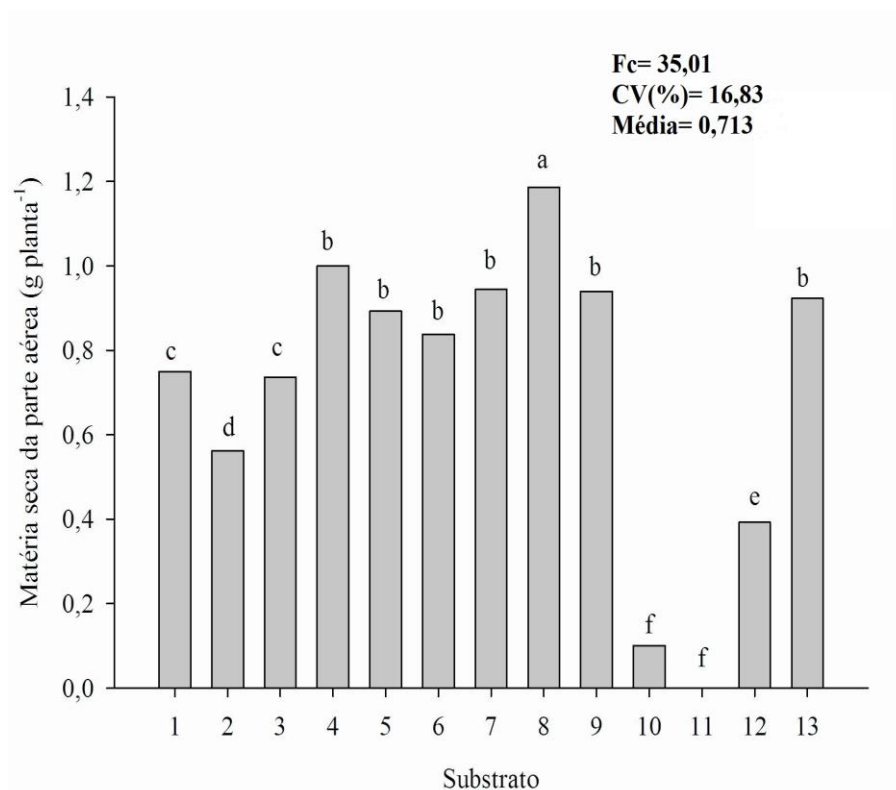


Figura 5. Massa seca da parte aérea (g. planta⁻¹) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos. 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha).

** Efeito significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; Fc: F calculado; C.V. %: Coeficiente de variação.

Os resultados de massa seca da parte aérea (Figura 5), confirmam os encontrados por Nogueira et al. (2012), que obtiveram os maiores valores de massa seca de folhas e massa seca de caule de plântulas de *Mimosa caesalpinifolia*, quando utilizaram com substrato a fibra de coco. Resultados dessa variável estão relacionados com o comprimento da raiz que também foi maior no tratamento 8, o que ocasionou uma maior absorção contribuindo para um maior acúmulo de biomassa seca na parte aérea.

Para a massa seca da raiz (Figura 6), o substrato areia e pó de madeira (1:1) proporcionou melhores resultados no desenvolvimento das raízes secundárias, com isso, aumentando a zona de absorção. Nessa variável as combinações de casca de castanha de caju e areia (1:3 e 3:1) promoveram os piores resultados.

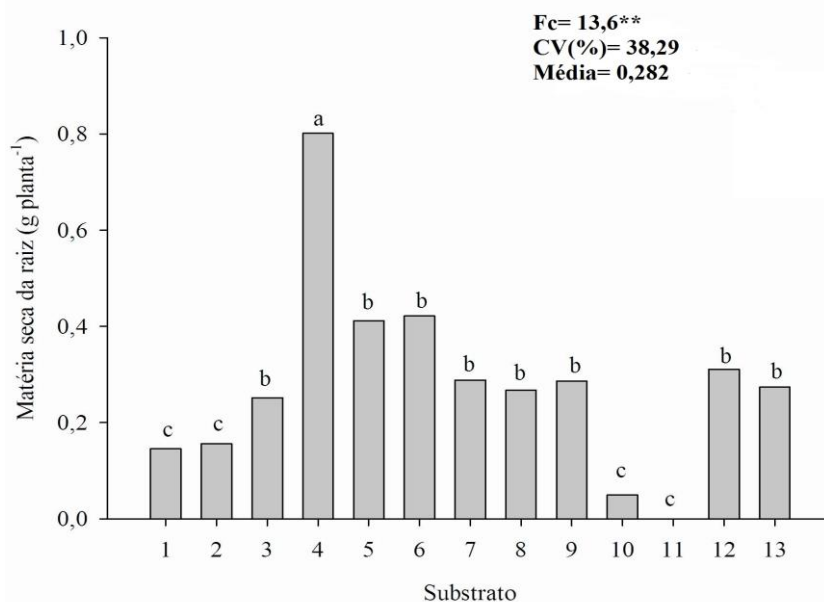


Figura 6. Massa seca da raiz (g. planta⁻¹) de plântulas de *Cassia grandis* semeadas em diferentes substratos. 1) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (1:1); 2) terra

vegetal + casca de arroz carbonizada (1:3); 3) terra vegetal + casca de arroz carbonizada (3:1); 4) terra vegetal + pó de madeira (1:1); 5) terra vegetal + pó de madeira (1:3); 6) terra vegetal + pó de madeira (3:1); 7) terra vegetal + fibra de coco (1:1); 8) terra vegetal + fibra de coco (1:3); 9) terra vegetal + fibra de coco (3:1); 10) terra vegetal + casca de castanha (1:1); 11) areia + casca de castanha (1:3); 12) terra vegetal + casca de castanha (3:1) e 13) terra vegetal (testemunha).

** Efeito significativo pelo teste F a 1% de probabilidade; Fc: F calculado; C.V. %: Coeficiente de variação.

A massa seca da raiz com resultados superiores no tratamento 4 foi atrelado, a condição que esse substrato forneceu ao bom desenvolvimento das raízes secundárias, o que ocasionou menor comprimento da raiz principal, mas um maior acúmulo de biomassa.

Os resultados deste trabalho discordam dos encontrados por Neves et al. (2007) onde o substrato composto de areia de pó de madeira (3:1), apresentou os menores valores em quase todas as variáveis analisadas; comprimento de raiz, altura de plântulas, índice de velocidade de germinação, porcentagem de germinação aos 5 e aos 19 dias, peso de matéria fresca da plântula inteira e peso de matéria seca, e Couto et al. (2002) que observou no seu trabalho que o pó de serra compondo de 20 a 80% do substrato causou diminuição no comportamento das raízes quando comparado aos outros tratamentos, esse mesmo autor observou que o aumento da proporção de pó de serra na composição do substrato levou a uma diminuição linear nos valores em quase todos os parâmetros avaliados. Esses autores utilizaram metodologia proposta por Frachinello et al. (1995), que consiste em uma série de lavagens para eliminar qualquer resíduo tóxico proveniente do pó de origem dessa madeira, neste trabalho utilizou-se pó de madeira curtido, em que o mesmo foi exposto ao sol por 40 dias e irrigado diariamente, método esse que se mostrou eficiente em razão dos resultados encontrados.

4 CONCLUSÕES

Os substratos areia + pó de madeira (1:1) e areia + fibra de coco (1:3) mostraram-se superiores aos demais, proporcionando melhores resultados em emergência, massa seca da parte aérea, comprimento da parte aérea, massa seca da raiz e comprimento da raiz, podendo ser utilizados para a produção de mudas de qualidade da espécie *Cassia grandis*.

O substrato composto de terra vegetal + castanha de caju (1:3) não favoreceu a germinação de sementes de *Cassia grandis*.

REFERÊNCIAS

ADRIANCE, G. W.; BRISON, F. R. **Propagation of horticultural plants**. 2.ed. Bombay Tata: McGraw-Hill, 1967. 289 p.

AGOSTINI-COSTA, T. S. JALES, K. A. OLIVEIRA, M. E. B.; GURRUTI, D. S. **Determinação espectrofotométrica de ácido anacárdico em amêndoas de castanha de caju**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 10 p. (Comunicado Técnico, 122).

ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JUNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; BRUCKNER, C. H. Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.2, p. 227-230, 2006.

ALMEIDA, J. P. N.; DANTAS, L. L. G. R.; PEREIRA, E. C.; TOSTA, M. S.; MEDEIROS, P. V. Q. Composição de substratos alternativos com capítulo de girassol na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.174-178, 2011.

ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.581-588, 2011.

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

CÁCERES, A; LOPES, B. R; GÍRON, M. A. LOGEMANN. Plants used in Guatemala for treatment of dermatophytic incisions. **Jornal of Ethonopharmacology**, v.31, p.263-76, 1995.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.533-535, 2002.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; BLANK, M. F. A.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de Jatobá (*Himenaecia courbaril* L.) em diferentes ambiente, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

CORREIA, D.; RIBEIRO, E. M.; LOPES, L. S.; ROSSETI, A. G.; MARCO, C. A. Efeito de substratos na formação de porta-enxertos de *psidium guajava* L. cv. ogawa em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p. 88-91, 2005.

COUTO, M.; MALGARIM, M. B.; WAGNER JÚNIOR, A.; CHAVES, A; FORTES, G. R. de L. Avaliação do pó-de-Serra como substrato para a aclimatização da amoreira preta (*Rubus* spp.) cultivar Tupy em Casa de Vegetação. In:XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUCULTURA,2002, Belém. CD-ROM –XVIICBF. Belém-Pára: www.mpdesing.myw.com.br,2002.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sandand soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedingsof American Society of Horticultural Science**, v.71, n.2, p.428-434, 1958.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Plant propagation**: principles and practices. 3 ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975. 662p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5 ed. Nova Odessa: Ed. Plantarum Ltda., 2008. 384p.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; RODRIGUES, C. S. J.; GERES, W. L. A.; D. F. AGUIRRE JUNIOR, J. H. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.779-789, 2003.

NEVES, N. N. A.; NUNES, T. A.; RIBEIRO, M. C. C.; OLIVEIRA, G. L.; SILVA, C. C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleífera* Lam. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.63-67, 2007.

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; MATUOKA, M. Y.; SOUSA V. F. L. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. em função de diferentes substratos. **Revista Agroambiente**, v.6, n.1, p.17-24, 2012.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (anacardiaceae), **Revista Árvore**, v.30, n.3, p. 359-367, 2006.

PINTO, J. R. S.; SILVA, M. L.; NOGUEIRA, D. T. S.; DOMBROSKI, J. L. D.; SILVA, A. N. Diferentes tipos de substratos no desenvolvimento inicial de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.3, p.180-185, 2011.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, suplemento 1, p.1173-1186, 2009.

SOUZA, D. C. F. **Crescimento e desenvolvimento inicial de plântulas de flor de seda (*Calotropis procera*) em diferentes substratos**. 2010. 32f. Monografia

(Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

WAGNER JUNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIROS, J. R. S.; PIMENTEL, L. D.; SILVA, J. O. C.; BRUCJNER, C. H. Influência do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.4, p.643-647, 2006.

Capítulo III
INTENSIDADES DE LUZ E RECIPIENTES NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE *Cassia grandis* L. f.

RESUMO

Cassia grandis L. f. vem sendo bastante usada na arborização, principalmente pelo seu porte, beleza e coloração das flores. No processo de produção de mudas florestais, vários fatores devem ser levados em consideração, quando se remete a produção de alta qualidade. O presente trabalho tem como objetivo determinar o ambiente de intensidade de luz e o recipiente mais adequado no processo de produção de mudas de *Cassia grandis*. Nesse estudo foi utilizado o substrato areia + pó de madeira (1:1), as mudas foram produzidas em tubetes de 0,3 dm³ e vaso de 1,0 dm³, e submetidas a intensidades de luz de 50%, 25% e a pleno sol. Foram feitas avaliações a cada duas semanas, durante oito semanas onde foram avaliados os seguintes parâmetros: altura de plantas (ALT), diâmetro do colo (DC), e ao final da oitava semana foram avaliados, área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), relação altura de planta e diâmetro do colo (H/DC) e foi calculado o índice de Dickson (IQD). O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em sistema fatorial (3x2), com 4 repetições de 10 plantas cada. As médias foram submetidas ao teste Tukey (pr<0,05) e o procedimento de ajustamento de curvas de regressões não lineares e polinomiais foi usado para características avaliadas em função do tempo. O ambiente com 25% e 50 % de luminosidade entre os recipientes de forma prática recomenda-se o tubete na produção de mudas de *Cassia grandis*.

Palavras-chave: Cássia rosa. Espécie florestal. Sementes florestais. Crescimento de mudas. Sombreamento.

LIGHT INTENSITIES AND CONTAINERS ON THE SEEDLING PRODUCCION OF *Cassia grandis* L. f.

Cassia grandis L. f. has been widely used in arborization, especially for its size, beauty and color of flowers. In production process of seedling, many factors must be considered, when it refers to reforestation and reclamation of degraded areas. This study aimed to determine the most appropriate, light intensity and container, to the production of *Cassia grandis* seedlings. In experiment, the substrate, sand + sawdust (1:3) were used to produce seedlings, which were grown in containers of 0.3 dm³ and 1.0 dm³, tube and vase, respectively, and subjected to different light intensities, 50%, 25% and full sun light (unshaded). Evaluations were performed at two week intervals, for eight weeks. At the end of the eighth week, the parameters: plant height, stem diameter, leaf area, stalk dry matter, leaf dry matter, root dry matter, rate of plant height:stem diameter, and Dickson quality index, were evaluated. The experimental design was a completely randomized, factorial system: 3 x 2 (three light intensities and two types of containers), and the means were submitted to the Tukey test ($p < 0.05$). The curve fitting for nonlinear and polynomial regression models was used to estimate the behavior of the evaluated characteristics as a function of time. The environment under luminosity degrees of 25 and 50% constitute best alternative for production of good quality seedlings. The use of the tube is recommended, due to lower cost and easy handling.

Keywords: *Cassia rose*. Forest species. Forest seeds. Seedlings growth. Shading.

1 INTRODUÇÃO

Cassia grandis L. f. é uma espécie pertencente à família Fabaceae (caesalpinoideae) e vulgarmente conhecida por canafístula, cássia grande ou geneúna (LORENZI, 2002). Essa espécie vem sendo bastante usada na arborização, principalmente pelo seu porte, beleza e coloração das flores. Além destes atributos, possui também potencial medicinal que é conhecido em vários países da América Central e do Sul (VALENCIA et al., 1995; CÁRCERES et al., 1995). Sua madeira pode ser utilizada na construção civil, principalmente em acabamentos internos (SILVA; LEMOS, 2002).

A produção de mudas em viveiro é extremamente necessária para recomposição efetiva das áreas exploradas, como forma de garantir a continuidade do potencial econômico, a conservação de recursos genéticos, do solo, da água e da fauna (MUROYA et al., 1997). Nesse sentido, um dos fatores extremamente importante nesse processo é a escolha do recipiente. Apesar dos recipientes com maior volume apresentarem melhores condições de crescimento da planta, estes são mais adequados para espécies de crescimento lento, que vão permanecer mais tempo no viveiro, ou quando se desejar obter mudas de melhor desenvolvimento (CUNHA et al., 2005).

Outro fator que deve ser levado em consideração é a luz, cuja fonte primária de energia está relacionada à fotossíntese (CAMPOS; UCHIDA, 2002). Resultados de trabalhos envolvendo níveis de luminosidade têm esclarecido o padrão ótimo de desenvolvimento inicial para cada espécie, o que poderá ser aplicado no perfil da área a ser reflorestada, antes da introdução das espécies locais (CAMARA; ENDRES, 2008).

A resposta da planta a luz também pode variar de acordo com o substrato utilizado, como é evidenciado por Martins et al. (2012), que obtiveram bons resultados de germinação quando a semeadura de *Acacia mangium* foi realizada em casca de *pinus* sob 30% de sombreamento, e em substrato comercial sob 30 e 50% de sombreamento; e para *Acacia mearnsii*, utilizando casca de *pinus* sob 50% de

sombreamento, ou substrato comercial a pleno sol. Já Mota et al. (2012), avaliando a emergência e crescimento inicial de *Dipteryx alata*, verificaram que o ambiente de 50%, 70% e a pleno sol não influenciou na emergência dessa espécie. Ainda verificando o efeito da luminosidade, Oliveira e Perez (2012), com *Tabebuia aurea*, verificaram aumento de plasticidade fenotípica para o índice de robustez e biomassa seca total, indicando adaptação aos ambientes de cultivo (30% e 45% de luminosidade).

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo influencia da luminosidade e o recipiente mais adequado no processo de produção de mudas de *Cassia grandis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido sob telado tipo sombrite, com 25% e 50% de luminosidade e a pleno sol, em área do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró-RN, no período de oito semanas durante entre os meses de setembro a outubro de 2012, sendo .

As sementes de *Cassia grandis* foram coletadas de árvores nativas da mata atlântica, existentes no município de Moreno, PE (8° 07' 07" S, 35° 05' 32" O e 96 m de altitude), distante 28 km da cidade do Recife, no período de outubro a dezembro de 2011. Após a coleta, as vagens foram transportadas para o Laboratório de Análises de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, onde as sementes foram extraídas. Após a extração, as sementes foram colocadas para secarem à sombra e, em seguida, acondicionadas em embalagem de papel e armazenadas em ambiente controlado (16 °C e 45% de umidade relativa do ambiente) até o início da fase experimental.

Antes da semeadura, foi efetuado o desponte na região distal do embrião, utilizando-se tesoura de poda e, em seguida, foram colocadas para embeber em água por 24 horas, conforme recomendação de Carvalho Filho (2002).

A semeadura foi realizada com uma semente por recipiente, depois foram realizadas avaliações, a cada duas semanas, de:

a) **Altura de plantas:** utilizou-se uma régua graduada, tomando-se a distância entre o ápice da planta e o colo

b) **Diâmetro do colo:** efetuou-se a mensuração da secção do colo com o auxílio de um paquímetro digital.

Ao final de oito semanas foram realizadas as seguintes avaliações:

a) **área foliar** - utilizou-se o método da imagem digital através do programa ImageJ, que analisou as imagens digitais das folhas e os dados obtidos foram expressos em cm²;

b) **massa seca da parte aérea e da raiz** - as mudas foram cortadas na secção do colo, separando-se a parte aérea da raiz. Em seguida, cada uma dessas partes foi acondicionada em saco de papel e colocada em estufa regulada a 65°C por 48 horas, sendo posteriormente pesadas em balança analítica (0,001g);

c) **relação altura e diâmetro do colo** – obtido através do cálculo da razão entre a altura total (cm) e o diâmetro (mm) do colo das mudas;

d) **índice de qualidade de Dickson** - calculado por meio da fórmula proposta por Dickson et al. (1960), onde: $IQD = \text{biomassa seca total} / (\text{altura} / \text{diâmetro do caule}) + (\text{biomassa da parte aérea seca} / \text{biomassa das raízes secas})$.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x2), três níveis de luminosidade (a pleno sol, 50% e 25% de luz) e dois recipientes (tubetes e vasos), ficando os tratamentos compostos de: 1) tubete com 50% de luminosidade; 2) Vaso com 50% de luminosidade; 3) tubete com 25% de luminosidade; 4) vaso com 25 % de luminosidade; 5) tubete a pleno sol e 6) vaso a pleno sol, com isso, o experimento foi composto de seis tratamentos, em quatro

repetições, cada uma constituída de 10 plantas, totalizando 240 plantas. Os resultados foram submetidos à análise de variância independentemente para cada época de avaliação, utilizando-se o software SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2008). Na análise e avaliação dos ensaios foi empregado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, o ajustamento de curvas de regressões lineares e polinomiais foi feito utilizando o software Sigmaplot 11.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os fatores somente para os parâmetros, diâmetro do colo e massa seca da raiz, já para altura de plantas, massa seca da parte aérea, área foliar, relação altura/diâmetro e índice de Dickson só houve diferença entre os ambientes.

Para variável diâmetro do colo, os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos a pleno sol com o vaso de 1 dm³, este se sobressaindo ao de tubete com 0,3 dm³; já os menores valores foram observados no tratamento com 25% de luz em tubete (Figura 1).

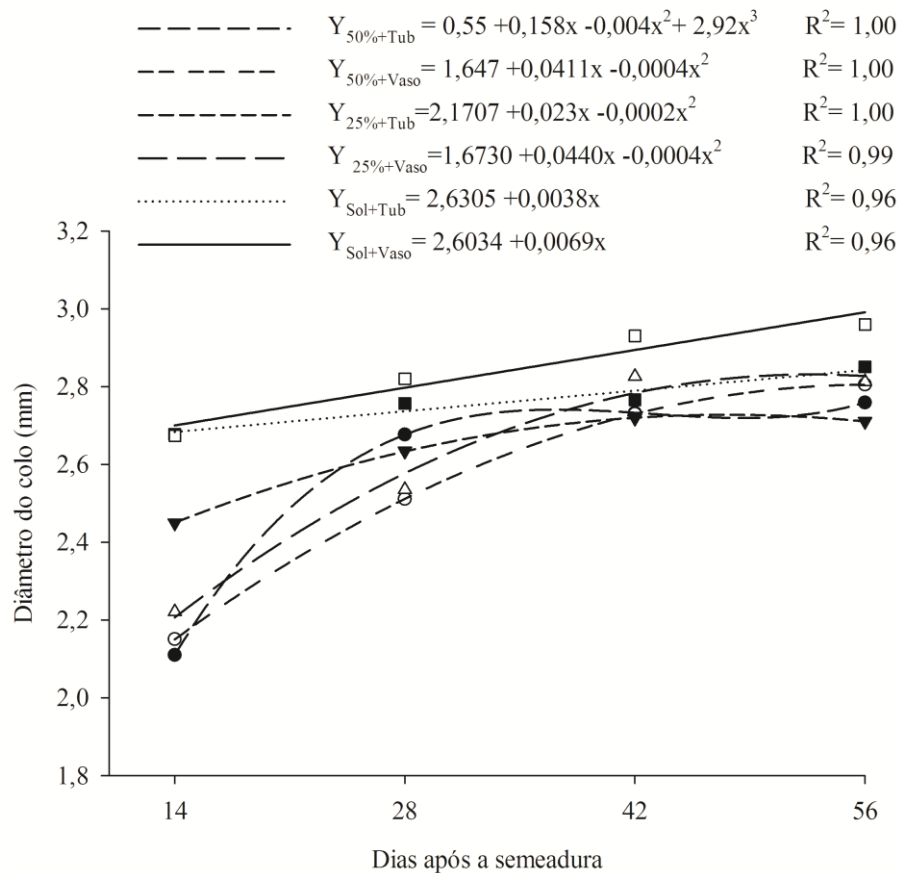


Figura 1- Resultados do diâmetro do colo de mudas de *Cassia grandis* em diferentes recipientes, intensidades de luz e épocas de avaliação.

Trabalhando com mudas de craibeira, Botelho (2011), obteve os maiores valores de diâmetro no vaso emborrachado de 1,8 L, quando comparado com o tubete de 0,3 L. Isso se dá pelo maior volume do vaso em relação ao tubete, o que ocasionou melhores condições de desenvolvimento para a planta, como evidenciado por Cunha et al. (2005.), para mudas de ipê roxo, que encontrou melhores valores de diâmetro em recipiente de maior volume, ressaltando ainda que recipiente com menor volume diminui a taxa de crescimento, e, com isso, aumentando o ciclo de produção.

Já Santos (2000), com mudas de *Cryptomeria japonica*, em tubetes de volumes diferentes, obteve valores de diâmetro superiores quando usou o tubete de maior volume, evidenciando que o importante é o volume do recipiente e não o tipo, ou seja, o tipo de recipiente a ser utilizado vai ser função das facilidades que oferecerá para o produtor, ficando a cargo de este escolher a melhor opção dependendo de suas condições.

Quanto ao fator luminosidade, concordam com o encontrado por Carvalho Filho (2002), também, com mudas de *Cassia grandis*, cujos valores médios de diâmetro foram superiores no ambiente a pleno sol, quando comparados com ambiente com 50% de luz, esse fato pode ser uma característica de espécies heliófilas, como é o caso da *Cassia grandis*, em fases iniciais de sucessão, pois o tratamento a pleno sol pode representar uma condição de área de mata degradada e a condição de sombreamento de 50% pode representar uma condição de clareira em floresta natural.

Já Aguiar et al. (2005), em trabalho com mudas de pau-brasil, observaram que o diâmetro do colo não apresentou diferença significativa nos ambientes a pleno sol, com 20% e 40% de sombreamento, porém foram superiores aos ambientes com 60 e 80% de sombreamento. Fonseca et al. (2002) obtiveram resultados semelhantes ao estudar o comportamento de *Trema micrantha*, sob diferentes níveis de sombreamento, e observaram que houve decréscimo linear do diâmetro do colo da planta em função do aumento do período sob sombreamento. Esses resultados discordam do encontrado por Câmara e Endres (2008), com mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Sterculia foetida*, que verificaram melhores valores de diâmetro do colo para o ambiente de 50% de luminosidade.

Para a variável altura de plantas, os melhores resultados foram encontrados no ambiente de 25% de luminosidade, não havendo diferença estatística entre os recipientes estudados. Para essa mesma variável, no ambiente a pleno sol, foram constatados os piores resultados, enquanto para o ambiente com 50% de sombreamento foram obtidos valores intermediários (Figura 2).

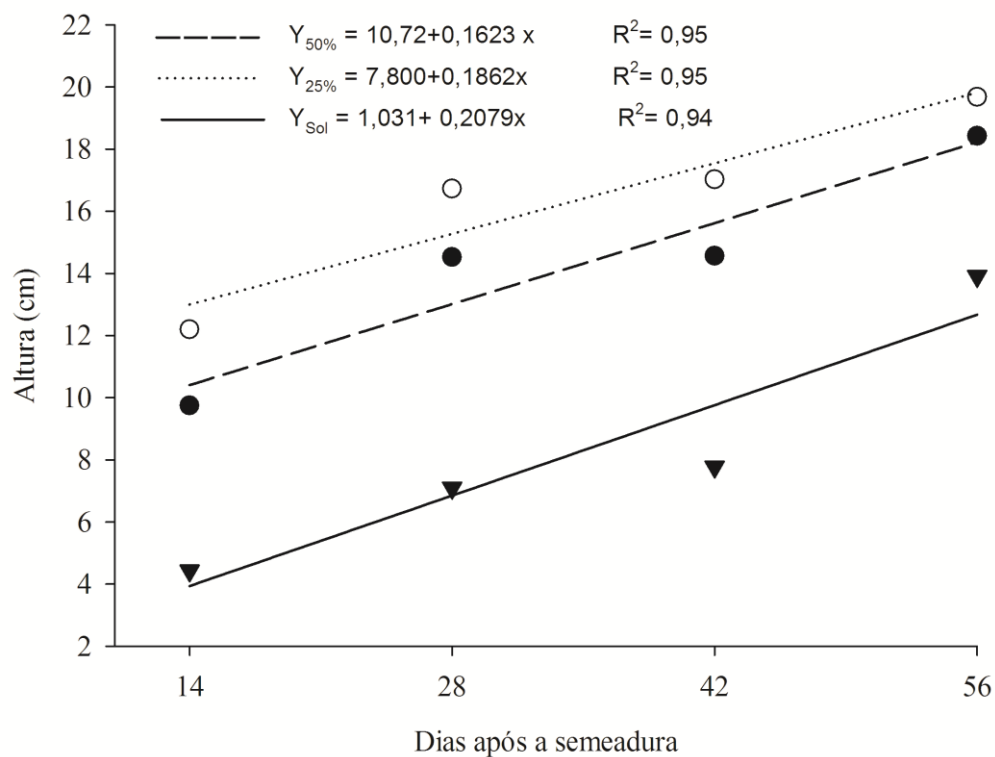


Figura 2 – Resultados de alturas de mudas de *Cassia grandis*, em diferentes recipientes, intensidades de luz e épocas de avaliação.

Esses resultados discordam do encontrado por Carvalho Filho et al. (2002) que obtiveram maiores alturas de mudas de *Cassia grandis* no ambiente de 50% de luminosidade, ressaltando que esses autores utilizaram 50% como maior sombreamento. Câmara e Endres (2008), com mudas de sabiá e chichá obtiveram as maiores alturas com sombreamento de 50 e 70%. Campos e Uchida (2002) trabalhando com mudas de *Jacaranda copaia*, sob diferentes níveis de sombreamento, também encontraram maiores valores de altura no ambiente com 70% de sombreamento.

Silva (2010) trabalhando com mudas de quixabeira, verificou que a altura de plantas foi influenciada pelo sombreamento, sendo que as mantidas sombreadas apresentaram maiores valores (25%: 4,63 cm; 75%: 4,33 cm) em relação às mudas a pleno sol (3,75 cm). Por outro lado, Pedroso e Varela (1995), com Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn), não encontraram diferença significativa para altura de plantas nos quatro níveis de sombreamento testados, 70, 50, 30 e 0%. Já Fanti e Perez (2003), estudando a influência do sombreamento em mudas de *Anadenanthera pavonina*, verificaram que a altura de plantas foi superior no ambiente de 60% de luminosidade quando comparado com o de 30%.

O fato dos melhores valores de altura ter sido encontrado em ambientes sombreados é por causa da planta não se encontrar em situação de alta radiação solar na havendo a necessidade de investir em diâmetro, isso ocasiona um incremento em altura em ambiente com pouca luz, assim como também é um mecanismo de adaptação das plantas competitivas, como forma de escape ao déficit de luz, já que estas não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas através do reajuste de suas taxas metabólicas competitivas (TINOCO; VASQUES-YANES, 1985).

Para massa seca da raiz houve interação entre recipientes e luminosidade, com o melhor valor para a interação 50% de luz em tubete e os piores valores foram verificados em tubete a pleno sol (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados de massa seca da raiz (g. planta⁻¹) plântulas de *Cassia grandis*, em diferentes recipientes e intensidades de luz.

Intensidades de luz (%)	Recipientes	
	Tubete	Vaso
50	3,12 aA*	2,68 aA
25	2,40 bA	2,44 aA
Pleno sol	1,34 cB	2,06 aA
CV	16,24%	

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Trabalhando com *Cassia grandis*, Carvalho Filho (2002) obteve os melhores valores de massa seca da raiz para a interação ambiente com 50% de luz e saco plástico (15x20 cm), recipiente este de maior volume em relação aos outros testados. Esses resultados são discordantes dos encontrados neste trabalho, cuja interação ambiente com 50% de luz e recipiente com menor volume (tubete) proporcionou melhores resultados, apesar de não diferir estatisticamente da interação 50% de luz com vaso, esse fato ocorreu pelo fato do tubete, apesar de ter menor volume, proporcionar uma melhor condição de desenvolvimento consequentemente um melhor acúmulo de biomassa, em função de ter uma altura maior em relação ao vaso.

No trabalho de Câmara e Endres (2008) com mudas de chicha e sabiá, os melhores resultados de massa seca de raiz, assim como nesse trabalho, foi no ambiente de 50% de luz. Por outro lado, Caron (2010) que verificou a influência dos níveis de sombreamento de 0, 30, 50 e 70% em *Schizolobium parahyba*, constatou que estes não afetaram o acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos da planta, isso ressalta o fato de que cada espécie deve ser estudada separadamente, pois, cada uma tem sua exigência específica em relação ao nível de luz.

Para matéria seca da parte do caule e das folhas (Tabela 2 e 3), não houve interação entre os fatores, havendo diferença apenas entre os ambientes.

Tabela 2 - Resultados da massa seca do caule (g. planta⁻¹) de mudas de *Cássia grandis*, em diferentes recipientes e intensidades de luz.

Intensidades de luz(%)	g.planta ⁻¹
50	0,76 a*
25	0,76 a
Pleno sol	0,32b
CV	15,83%

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 3 – Resultados da massa seca de folhas (g. planta⁻¹) de mudas de *Cássia grandis*, em diferentes recipientes e intensidades de luz.

Intensidades de luz (%)	g.planta ⁻¹
50	1,29 a*
25	1,26 a
Pleno sol	0,63 c
CV	13,20%

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Felfili et al. (1999), verificaram que houve maior tendência para o investimento de biomassa de folhas e caule, à proporção em que a luz ficou menos disponível, essa situação de clareira simula o ambiente natural em que a planta é originada, crescer sob a copa de grandes árvores, por isso ocorre esse melhor desenvolvimento. Almeida et al. (2005), trabalhando com

moreira sob 50% de sombreamento, verificaram que esse ambiente proporcionou maior acúmulo de massa seca foliar. Segundo Faria et al. (2002), as mudas que apresentam maior massa de parte aérea, têm mais possibilidade de apresentar maior área foliar, o que facilita o estabelecimento inicial das mudas no campo, por ocasionar um maior captação de luz, conseqüentemente a taxa fotossintética proporcionando mudas mais vigorosas.

Para a variável massa seca total, não houve interação entre os fatores, havendo diferença significativa apenas entre os ambientes, com superioridade do ambiente com 50% de luz, mas não diferindo estatisticamente do ambiente com 25% de luz (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultados da massa seca total (g. planta⁻¹) de plântulas de *Cassia grandis*, em diferentes recipientes e intensidades de luz.

Intensidades de luz (%)	g.planta ⁻¹
50	2,06 a*
25	2,03 a
Pleno sol	0,96 b
CV	13,53%

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Resultados semelhantes foram encontrados por Câmara e Endres (2008), em que obtiveram os melhores valores de massa seca total no ambiente de 50% de sombreamento. Já Campos e Uchida (2002), em mudas de *Jacaranda copaia*, verificaram que não houve diferença significativa de massa seca total em relação aos ambientes com 30, 50 e 70% de luminosidade e a pleno sol. Resultado semelhante, também, foi encontrado por Caron et al. (2010) com mudas de *Schizolobium parahyba*, em que não houve diferença significativa na massa seca total. Esse maior acúmulo de

massa seca em ambiente sombreado é adaptação ecológica da planta, de conservação de energia em ambiente com pouca luz.

Para área foliar não houve interação entre os fatores, havendo diferença significativa apenas entre os ambientes (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados da área foliar (mm²) de plântulas de *Cassia grandis*, em diferentes recipientes e intensidades de luz.

Intensidades de luz (%)	Mm ²
50	9765,31 b*
25	11331,21 a
Pleno sol	3602,66 c
CV	11,53%

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O resultado de área foliar superior no ambiente com 50% de luz é confirmado por Mota et al. (2012), que encontraram valores superior com 50% de sombreamento (251,00 cm²), relação aos encontrados no ambiente de 70% (189,33 cm²) e pleno sol (154,00 cm²). Esses resultados concordam com os encontrados por Silva et al. (2004) para mudas de *Clitoria fairchildiana*, estabelecidas nos ambientes de 0, 50 e 70% de sombreamento, quando obtiveram maior área foliar no ambiente de 50% sombreado. Já Alvarenga et al. (2003) para *Croton urucurana*, verificaram que os maiores resultados de área foliar ocorreram em ambiente sob 70% de sombreamento.

Os maiores valores de área foliar observada em ambientes sombreados estão relacionados a um recurso morfológico da planta, para maximizar a interceptação dos raios solares (MOTA et al., 2012), ou seja, em ambiente com pouco fornecimento de luz plantas heliófilas tendem a um maior investimento em área foliar para aumentar a superfície de absorção de luz pra suprir sua necessidade.

Mudas que apresentam maior massa seca de parte aérea, têm mais possibilidade de apresentar área foliar maior, o que facilita o estabelecimento inicial dessas no campo (FARIA et al., 2002). Portanto, fato semelhante foi encontrado para este trabalho.

Na relação altura/diâmetro houve diferença apenas entre os ambientes, com resultados superiores para o ambiente com 25% de luz (Tabela 6).

Tabela 6 – Resultados da relação altura/diâmetro (H/D) de plântulas de *Cassia grandis*, em diferentes recipientes e intensidades de luz.

Intensidades de luz (%)	cm/mm
50	4,06 b*
25	5,20 a
Pleno sol	3,11 c
CV	8,50%

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com Sturion e Antunes (2000), a relação altura/diâmetro do colo constitui um dos parâmetros usados para se avaliar a qualidade de mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo. Carneiro (1995) estabelece valor ideal para esse índice entre os limites de 5,4 e 8,1, e recomenda que, em caso de variação elevada, considerar os menores valores.

Trabalhando com mudas de sabiá e chichá Câmara e Endres (2008), também obtiveram os melhores valores da relação altura/diâmetro em ambientes com 50 e 70% de sombreamento. Com mudas de três espécies amazônicas, *Jacaranda copaiba*, *Hymenaea courbaril* e *Ochroma lagopus*, Campos e Uchida (2002) verificaram que os resultados encontrados em mudas cultivadas sob 70% de sombreamento apresentaram

a relação H/D nitidamente superior aos tratamentos com menor porcentagem de sombreamento. Essa maior relação altura/diâmetro encontrado em ambiente sombreados se dá pelo fato da planta não ter necessidade de investir em diâmetro, proporcionando um maior investimento em altura, fazendo com que cresça com mais vigor.

Para o índice de Dickson, obtivemos o melhor resultado com 50% de sombreamento, mas não diferindo estatisticamente do ambiente com 25% de luz. Para os recipientes, não houve efeito significativo para esse índice, cujo valor mínimo foi de 0,2 de referência. Para este, quanto maior o valor melhor o padrão de qualidades das mudas (Tabela 7).

Tabela 7 – Resultados do índice de qualidade Dickson (IQD) de plântulas de *Cassia grandis*, em diferentes recipientes e intensidades de luz.

Intensidades de luz (%)	Índice de Qualidade de Dickson
50	1,81 a*
25	1,70 a
Pleno sol	1,45 c
CV	10,82%

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A influência positiva do sombreamento sobre a qualidade de mudas é evidenciado por Chaves e Paiva (2004), quando trabalharam com mudas de *Senna macranthera*, observaram que o maior índice de qualidade de Dickson (3,73) ocorreu quando as mudas ficaram 105 dias sob sombreamento. Já Rosa et al. (2009), com mudas de *Schizolobium amazonicum*, verificaram as mudas produzidas em 30% de sombreamento, obtiveram índice de Dickson superior às produzidas com 50 e 70%, discordando dos resultados desse trabalho.

O melhor crescimento de mudas em ambiente sombreado é uma estratégia da planta para sobreviver em condições com baixa luminosidade (MORAES NETO et al., 2000).

Neste trabalho apesar de todos os ambientes terem produzido mudas com IQD satisfatório (acima de 0,2), no ambiente a pleno sol não é indicado para produção visto que apresentou alta taxa de mortalidade e desenvolvimento lento, como nesse ambiente apresentou baixo desenvolvimento para quase todas as variáveis isso ocasionou uma boa relação entre esses parâmetros que são avaliados no IQD.

4 CONCLUSÕES

Os ambientes com 25 e 50% de luminosidade se constituem melhor alternativa para a produção de mudas de *Cassia grandis* de boa qualidade.

A escolha do recipiente deve ser baseada nas vantagens que cada um oferece e seu custo, ficando essa decisão para o produtor, de forma prática com base nos dados deste trabalho, recomenda-se o tubete, como melhor alternativa, por ser de fácil manuseio e ter menor custo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO S.; TAVARES, A. R.; PINTO, M. M.; STANCATO, G. C.; AGUIAR, J.; NASCIMENTO, T. D. R. Germinação de sementes e formação de mudas de *caesalpinia echinata* lam. (pau-brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.871-875, 2005.

ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *jacaranda puberula* cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v.15, n.3, p.323-329.

ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; LIMA JUNIOR, E. C.; MAGALHÃES, M. M. Effects of different light leveld on the initial growth and phothosynthesis of *Croton urucurana* Baill. In. southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.53-57, 2003.

BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, v.26, n.2, p.309-315, 1996.

BOTELHO A. V. F. **Influência de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. Ex S.Moore.** 2011. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco.

CÁCERES, A; LOPES, B. R; GÍRON, M. A. LOGEMANN. Plants used in Guatemala for treatement of dermatphytic inctions. **Jornal of Ethonopharmacology**, v.31, p.263-76, 1991.

CAMARA, 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, p.43-51, 2008.

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

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR /FUPEF/Campos: UENF, 1995. 451p.

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 FILHO, J. L. S.; BLANK, M. F. A.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de Jatobá (*Himenaëa courbaril* L.) em diferentes ambiente, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; SANTOS NETO, A. L.; AMÂNCIO, V. F. Produção de mudas de *Cassia grandis* L. f. em diferentes ambientes, recipientes e misturas de substratos. **Ceres**, v.40, p.341-352, 2002.

CHAVES, A. S.; PAIVA., H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, n.65, p.22-29, 2004.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, L. R. A.; SILVA, J. A. L.; SOUSA, V. C. Efeito dos substratos e das dimensões dos recipientes da qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex. D. C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p.511-514, 2005.

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

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina*. **Ciência Florestal**, v.13, n.1, p.49-56, 2003.

FARIA, W. S. de; GAIVA, I. X.; PEREIRA, W. E. Comportamento de cinco genótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na fase de germinação e de crescimento de mudas, sob diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 458-462, 2002.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SILVA, J. C. S.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, p.297–301, 1999.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

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.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 352p.

MARTINS, C. C.; SILVA, J. D. R.; PEREIRA, M. R. R.; OLIVEIRA, S. S. C. Efeito do sombreamento e do substrato sobre a germinação e o crescimento de plântulas de *Acacia mangium* e *Acacia mearnsii*. **Ciência Florestal**, v.22, n.2, p.283-293, 2012.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.35-45, 2000.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *dipteryx alata* vog. **Ciência Florestal**, v.22, n.3, p.423-431, 2012.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* - Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, v.27, n.3, p.197-212, 1997.

OLIVEIRA, A. K. M.; PEREZ, S. C. J. G. A. Crescimento inicial de *tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v.22, n.2, p.263-273, 2012.

PEDROSO, S. G., VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 47-51, 1995.

ROSA, L. S.; VIEIRA, T. A.; SANTOS, D. S.; SILVA, L. C. B. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista ciências Agrárias**, n.52, p.87-98, 2009.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, A. F. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F) D. Dom. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.1-15, 2000.

SILVA, B. M. S.; CESARINO, F.; PANTOJA, T. F. Efeito de diferentes níveis de radiação sobre o crescimento inicial de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. In:

REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 17, 2004, São Paulo. **Anais...**
São Paulo, 2004. v.71, p.1-749.

SILVA, D. B.; LEMOS, B. S. **Plantas da área verde da super quadra norte 416** –
Brasília, DF: EMBRAPA/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 147 p.
Título precisa está em negrito.

SILVA, F. F. S. **Qualidade de sementes e produção de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* (Sapotaceae) de duas procedências. 2010.** 120f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2010.

STURION; J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In:
GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais**, Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p.125-150.

TINOCO, C.; VASQUEZ-YANES, C. Diferencias en poblaciones de *Piper hispidus* hajo condiciones de luz contratante en uma selva alta perenifolia. In: GOMEZPOMPA, A.; AMO, R.S. (Eds.) **Investigaciones sobre la regeneration de selvas altas em Vera Cruz**, v.2, p.267-281,1985.

VALÊNCIA, E.; MADINAVEITIA, A.; BERMEJO, J.; GONZALES, A.G. GUPSTA, M.P. Alkaloids from *Cassia grandis*. **Fitoterapia**, v.66, n.5 p.476-477.1995.

YUYAMA, K.; SIQUEIRA, J. A. S. Efeito do tamanho das sementes e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Acta Amazônica**, v.29, n.4, p.647-650, 1999.