

(DOI): 10.5777/PAeT.V5.N1.02

*Este artigo é apresentado em Português e Inglês com "Resumen" em Espanhol.**Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.27-46, 2012.***Artigo Científico****Resumo**

A crescente demanda por madeira tem exigido que os plantios florestais se expandam e, conseqüentemente, o número de mudas requeridas vem aumentando significativamente. O experimento foi conduzido no Viveiro da Floresta, no período de janeiro a maio de 2011. O objetivo foi avaliar a emergência e o desenvolvimento de mudas cedro (*Cedrela odorata*) por meio do uso de variáveis morfológicas, produzidas em diferentes tipos de substratos e ambientes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, disposto num arranjo fatorial 2 x 4 (duas intensidades de luz e quatro substratos), sendo 5 repetições de 10 plantas por tratamento. As avaliações foram realizadas diariamente após a semeadura até o 63º dia. Os substratos utilizados foram: composto vegetal, húmus de minhoca, casca de coco e Plantmax®, em ambiente a pleno sol e com 50% de sombreamento em tubetes com volumes de 50 cm<sup>3</sup>. As características avaliadas foram à emergência total de plântulas, o índice de velocidade de emergência, o diâmetro do coleto, o comprimento de raiz, o comprimento da parte aérea, a massa seca de raiz e a massa seca da parte aérea. A porcentagem de emergência em ambientes sombreados não foi influenciada pelo substrato, já a pleno sol o húmus de minhoca e Plantmax® não devem ser utilizados. O desenvolvimento de plântulas de cedro foi favorecido pelo húmus de minhoca independente do ambiente.

**Palavras-chave:** Sementes florestais; Meliáceas; viveiros florestais**Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro**Charlys Roweder<sup>1</sup>Mayara de Souza Nascimento<sup>2</sup>Josué Bispo da Silva<sup>3</sup>**Uso de diferentes sustratos y el ambiente en la germinación y desarrollo inicial de las plántulas de cedro****Resumen**

La creciente demanda de madera ha requerido la expansión de las plantaciones forestales, y en consecuencia el número de plántulas requeridas está aumentando considerablemente. El experimento se llevó a cabo en el Viveiro Forestal, en el período de enero a mayo de 2011. El objetivo fue evaluar la emergencia y desarrollo de plántulas de cedro (*Cedrela odorata*) a través del uso de las variables morfológicas, producidas en diferentes tipos de sustratos y ambientes. El diseño experimental fue completamente al azar, dispuestos en un arreglo factorial 2 x 4 (dos intensidades de luz y cuatro sustratos), con cinco repeticiones de 10 plantas por tratamiento. Las evaluaciones se llevaron a cabo todos los días después de la siembra hasta el día 63. Los sustratos utilizados fueron: compuesto vegetal, humus de lombrices, casca de coco y Plantmax®, en pleno y con un 50% de sombra en tubetes con un volumen de 50 cm<sup>3</sup>. Las características evaluadas fueron la emergencia total de plántulas, el índice de velocidad de emergencia, diámetro del tallo, longitud de la raíz, longitud de brotes (parte aérea), masa seca de las raíces y de la parte aérea. El porcentaje de emergencia en ambientes sombreados no se vio influenciada por el sustrato, ya en pleno sol no se debe utilizar el humus de lombrices y Plantmax®. El desarrollo de las plántulas de cedro se vio favorecido por el humus de lombrices independientemente del ambiente.

**Palabras clave:** semillas forestales; Meliaceas; viveros forestales**Introdução**

Pertencente à família Meliaceae, o cedro (*Cedrela odorata*), conhecido popularmente como cedro-cheiroso, cedro-fêmea, cedro-mogno e cedro-vermelho em estado natural, é uma espécie

parcialmente umbrófila no estágio juvenil e heliófila no estágio adulto, que ocorre tanto na floresta primária, sobretudo nas bordas da mata ou clareiras, como na floresta secundária, porém nunca em formações puras (AMARAL, 2006).

É uma planta de grande porte e comporta-se como

Recebido em: 16/11/2011

Aceito para publicação em: 30/03/2012

1 Docente Instituto Federal do Acre - IFAC, Rua Cel. Galdino, 495, Bosque, CEP: 69900-710 Rio Branco/AC, Brasil, e-mail: charlys.roweder@ifac.edu.br

2 Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade federal do Acre - (UFAC/CCBN)

3 Docente Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação em agronomia-UFAC.

*Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v.5, n.1 jan/abr. (2012)**Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548*

secundária inicial ou secundária tardia (DURIGAN et al., 2002). É distribuída mais freqüentemente na Mata Atlântica, porém é encontrada também na floresta Amazônica. Segundo LORENZI (2002), é decídua, heliófita ou escleriófita, característica de florestas semi decíduas e menos freqüente em floresta densa.

Seus frutos começam a amadurecer entre abril e novembro e a dispersão de sementes é feita pelo vento, ou seja, é do tipo anemocórica. Para a produção de mudas por sementes, os frutos devem ser coletados maduros diretamente das árvores, porém ainda fechados para evitar perda de sementes e, logo após a coleta, devem ser levados para completar a deiscência em local seco e ventilado, o que, aliado a outros fatores, permite germinação entre 12 e 20 dias (LORENZI, 1992).

Para a emergência e desenvolvimento inicial das plântulas é importante um bom substrato, embora o considerável aumento de informações e pesquisas referentes à análise de sementes de espécies florestais nativas, muitas ainda necessitam informações básicas sobre as condições ideais de germinação. Tais informações podem ser verificadas nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Porém, quando se trata de espécies florestais, até mesmo as RAS disponibilizam poucas informações, principalmente para as espécies nativas, cujas informações básicas de produção são incertas.

Para as sementes da espécie florestal *Cedrela odorata*, apesar do conhecimento devido sua madeira ser de grande importância, estudos básicos de produção de sementes e mudas são escassos, ou seja, fatores como luminosidade, formas de sementeira, germinação e substratos são escassos ou inexistentes.

Informações sobre as melhores condições para a germinação de sementes de uma determinada espécie é de essencial importância, principalmente pelas respostas diferenciadas que ela pode apresentar devido a diversos fatores, como dormência, condições ambientais (água, luz, temperatura e oxigênio) associados ao tipo de substrato para sua germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

As espécies florestais possuem grande variação quanto às exigências no teste de germinação, crescimento de plântulas e do vigor quanto ao substrato, que tem a função de suprir as sementes de umidade e proporcionar condições para a germinação das mesmas e o desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993).

A escolha do tipo de substrato deve ser feita

em função das exigências da semente em relação ao seu tamanho, formato e disponibilidade local (BRASIL, 2009). Testes realizados por NOVENBRE et al. (2007) com sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* mostraram que elas apresentaram as maiores percentagens de germinação utilizando como substrato a vermiculita.

Para sementes de *Muntingia calabura* L., os melhores substratos para germinação foi areia (LOPES et al., 2006). Quanto às sementes de *Pinus roebelenii*, IOSSI et al. (2003) observaram que testes realizados em laboratórios com as temperaturas controladas de 25°C e 30°C propiciaram maior porcentagem de germinação, independentemente do substrato utilizado, no caso vermiculita, serragem e esfagno.

SOUZA et al. (2010), testando diferentes substratos em porta enxertos de *Citrus*, obteve melhores resultados com relação à área foliar utilizando substrato composto vegetal comparado aos demais tratamentos com relação à característica área foliar. Comportamento semelhante foi observado por NETO et al. (2009) com sementes de pimentão em diferentes substratos, quando o substrato comercial Plantmax® proporcionou maior altura das plantas, da massa da matéria seca da parte aérea, da massa da matéria seca de raiz e da massa seca total.

Na propagação por sementes, o substrato tem a finalidade de proporcionar condições adequadas à germinação e/ou ao desenvolvimento inicial da muda. Conforme a técnica de propagação adotada, pode-se dispor de um mesmo material durante todo o período de formação da muda, bem como utilizar materiais diferentes em cada fase. É a técnica de propagação que indicará qual o substrato mais apropriado para cada situação (RAMOS et al., 2002).

Estudando os efeitos de diferentes substratos no desenvolvimento de quatro essências florestais, OLIVEIRA et al. (2008) verificaram que casca de amendoim processada com 35% de húmus de minhoca e casca de amendoim processada com 60% de húmus de minhoca foram os mais indicados para a produção de mudas.

Para produção convencional normalmente algumas dificuldades são encontradas sendo a luminosidade um fator de grande importância. De acordo com PEREIRA et al. (2002), a produtividade de espécies florestais, principalmente as nativas, é determinada pela capacidade da captura da radiação solar de cada espécie, da transformação e forma de

distribuição de foto-assimilados das folhas para o restante da planta.

O uso de sombrites para avaliação do vigor das plântulas, de modo a simular condições naturais de sombreamento, tem sido frequentemente testado devido às grandes dificuldades de se reproduzir o ambiente natural. A utilização de ambientes protegidos (sombreados) ajudam no controle da temperatura, da intensidade de radiação solar e, em grande parte, melhoram as condições do ambiente para a produção (FONSECA et al., 2002).

Vários testes já foram desenvolvidos testando o efeito do sombreamento, como SCALON et al. (2002) que avaliaram níveis de proteção da radiação solar de 50% e 70% comparando-os com condições sem proteção (a pleno sol) sobre a germinação e desenvolvimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora*). As plântulas germinadas a pleno sol apresentaram maior altura, diâmetro do coleto, massa de matéria seca e área foliar, comparadas aos dois tipos de sombreamento.

Avaliando potenciais de espécies florestais para restauração de áreas alteradas, ALMEIDA et al. (2005) produziram mudas de *Jacaranda puberula* em viveiros com diferentes níveis de sombreamento. As plântulas a pleno sol apresentaram alto índice de mortalidade quando comparadas com as produzidas a 50% de sombreamento artificial.

Os testes realizados por FELFILI et al. (1999) com *Sclerolobium paniculatum* produzidos a pleno sol e sombreadas a 50% mostram que o desenvolvimento das plântulas são estatisticamente iguais nos variáveis morfológicos das plântulas em relação a altura, massa seca total e número de folhas e folíolos. Sendo necessário considerar que plantas bem desenvolvidas em altura em fase de viveiros tendem a formar melhores indivíduos em campo e, desta forma, a escolha de substratos que atendam esta condição é fundamental para o crescimento das mudas.

Em seus experimentos trabalhando com Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata*), AGUIAR et al. (2005) não observaram diferença significativa no índice velocidade de emergência em plantas cultivadas em diferentes níveis de sombreamento.

O trabalho teve como objetivo avaliar a emergência e o desenvolvimento de mudas cedro (*Cedrela odorata*) por meio do uso de variáveis morfológicas, produzidas em diferentes tipos de substratos e ambientes.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Viveiro da Floresta, localizado no município de Rio Branco, Acre, no período de janeiro a maio de 2011. Localizado geograficamente a 9° 58' 29" S e a 67° 48' 36" W, numa altitude de 153 metros acima do nível do mar e faz parte da zona de confluência das cordilheiras andinas e terras baixas amazônicas.

Para o desenvolvimento do experimento foram utilizadas sementes da espécie florestal cedro (*Cedrela odorata*) adquiridas no banco de germoplasma da Fundação de Tecnologia do Acre - FUNTAC, colhidas no dia 24/11/2010 e armazenadas na própria fundação até a semeadura nos meses de janeiro e março em câmara de temperatura e umidade controlada.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, disposto num arranjo fatorial 2 x 4 (duas intensidades de luz e quatro substratos), sendo 5 repetições de 10 plantas por tratamento. As avaliações foram realizadas diariamente após a semeadura até o 63º dia. Foram selecionadas aleatoriamente cinco mudas de cada repetição para a determinação das variáveis biométricas.

Foram semeadas cinco repetições de 10 sementes, a 3 cm de profundidade, em tubetes com capacidade de 50 cm<sup>3</sup>, perfazendo um total de 50 sementes, diretamente em tubetes preenchidos com os substratos comerciais composto vegetal (CV), húmus de minhoca (HM), casca de coco moída (CC) e Plantmax® (P), utilizando-se uma semente por tubete. Sobre a semente foi colocada uma fina camada do mesmo substrato utilizado para o enchimento dos tubetes, em seguida procedeu-se com a irrigação.

Os substratos comerciais apresentavam a seguinte composição: composto vegetal - matéria orgânica (folhas secas diversas) e terra de subsolo, enriquecido com macronutrientes (NPK); húmus de minhoca - material de origem animal resultante do processo digestivo das minhocas; casca de coco moída - pó de casca de coco; Plantmax® - casca de pinus, vermiculita, turfa, corretivo de acidez, super fosfato simples e nitrato de potássio.

Os tubetes foram colocados em bandejas planas de polipropileno suspensas a 80 cm do solo e mantidos em dois níveis de intensidade luminosa. As diferentes condições de luminosidade foram obtidas mantendo-se as bandejas tanto a pleno sol como em viveiro telado com sombrite tecida com

monofilamento de Polietileno de Alta Densidade – PEAD, com aditivos para resistir à radiação UV e antioxidantes, promovendo com estas características 50% de sombreamento.

A metodologia das avaliações constaram de diferentes procedimentos, sendo:

**-Emergência de plântulas (EP)** - ocorreu do 1º ao 63º dia avaliando as plântulas normais, ou seja, aquelas cujo epicótilo se encontrava acima da superfície do substrato (BRASIL, 2009). O cálculo da porcentagem de emergência seguiu modelo proposto por Laboriau e Valadares (1976):

$$EP (\%) = N/A * 100.$$

Onde N: número de plântulas emergidas; A: número total de sementes colocadas para germinar.

**-Índice de velocidade de emergência (IVE)** – avaliado paralelamente ao teste de emergência de plântulas foi determinado o somando-se o número de plântulas emergidas a cada dia, divididas pelo respectivo número de dias transcorridos, partindo da semente (NAKAGAWA, 1999). O cálculo da velocidade de emergência seguiu modelo proposto por Maguire (1962):

$$IVE = N_1/D_1 + N_2/D_2 + N_3/D_3 + \dots + N_n/D_n$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência;  $N_{1n}$  = número de plântulas emergidas no dia 1, 2, 3, ..., n; e D = dias para as plântulas emergirem.

**-Diâmetro do coleto (DC):** Medido com auxílio de paquímetro digital graduado em milímetros, foi considerado a medida da inserção do caule com a raiz.

**-Comprimento da raiz (CR):** O sistema radicular das plântulas foi separado e medido com régua métrica, e os resultados expressos em centímetros. Considerou-se como raiz a parte compreendida entre o mesocótilo e a porção terminal da raiz principal.

**-Comprimento da parte aérea (CPA):** A parte aérea das plântulas foi separada e medida com régua métrica, e os resultados expressos em centímetros. Considerou-se parte aérea a porção compreendida entre o mesocótilo e o ponto de inserção do último par de folhas.

**-Massa seca da raiz (MSR):** Após a determinação do comprimento, o sistema radicular das plântulas de cada tratamento e repetição foi lavado em água corrente e acondicionado, separadamente, em sacos de papel Kraft e colocado em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura constante de 70 °C e mantidos por 48 horas. Ao final desse período foi determinada a massa em balança analítica (precisão 0,0001 g), e os resultados expressos em gramas.

**-Massa seca da parte aérea (MSPA):** Após a determinação do comprimento, a parte aérea das plântulas de cada tratamento e repetição foi acondicionada, separadamente, em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 70 °C e mantidas por 48 horas. Ao final foi determinada a massa em balança analítica (precisão 0,0001 g) e os resultados foram expressos em gramas.

Os dados foram analisados utilizando-se o software estatístico ASSISTAT onde se procedeu teste de comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de emergência de plântulas foram transformados em arc seno  $(x/100)^{0.5}$ .

## Resultados e Discussão

Através dos dados do resultado da análise de variância (Tabela 1), se pode observar que as variáveis comprimento de raiz (CR), diâmetro do coleto (DC) e massa seca da parte aérea (MSPA) não apresentaram interação significativa ao nível de 5% probabilidade. Ocorreu interação significativa ao nível de 1% de probabilidade para comprimento de parte aérea (CPA), entretanto, para as variáveis emergência (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca da raiz (MSR), a interação ocorreu ao nível de 5% probabilidade.

Para a emergência de plântulas de cedro considerando-se a interação sombreamento x substrato (Tabela 2), nota-se que não houve diferença significativa entre os substratos usando 50% de sombreamento, porém à pleno sol o composto vegetal igualou-se a casca de coco e superou os demais tratamentos. O uso do composto vegetal e de casca de coco pode se feito a pleno sol ou com 50% de sombreamento. Porém, ao usar húmus de minhoca e Plantmax®, deve-se ter 50% de sombreamento.

A porcentagem de emergência apresentou melhores médias com sombreamento de 50 % com

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para as variáveis emergência (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), diâmetro do coleto (DC), comprimento de raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca de Raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA)

Significância estatística -Teste F/variáveis							
FV	EP	IVE	DC	CR	CPA	MSR	MSPA
Substrato	5,86**	8,41**	14,31**	3,32*	41,19**	17,54**	27,60**
Sombreamento	38,82**	58,17**	0,0001*	0,82 <sup>ns</sup>	120,48**	0,39 <sup>ns</sup>	4,75*
Subt x Somb	4,35*	3,41*	0,39 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	5,31**	3,17*	1,09 <sup>ns</sup>
C,V	19,28	17,25	7,61	6,961	27,18	19,64	19,65

\*\* : significativo ao nível de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* : significativo ao nível de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Valores médios de emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da raiz (MSR) de plântulas de cedro (*Cedrela odorata*) em função do sombreamento e substratos

Substratos	EP (%)		IVE		CPA (cm)		MSR (cm)	
	Luminosidades-Sombreamento							
	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%	50%
Composto vegetal	76 aA	88 aA	0,41 aB	0,57 aA	6,7 bB	9,0 bA	0,4 bA	0,4 aA
Húmus de Minhoca	44 bB	80 aA	0,24 bB	0,46 abA	7,9 aB	10,6 aA	0,6 aA	0,5 aB
Plantmax®	42 bB	86 aA	0,23 bB	0,50 abA	5,9 bB	7,5 cA	0,3 bA	0,3 abA
Casca de Coco	56 abA	66 aA	0,31 abA	0,38 bA	6,7 bB	7,7 cA	0,3 bA	0,2 bA
C.V(%)	19,28		17,25		27,18		19,64	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

substratos de húmus de minhoca e Plantmax®. AMARAL (2006) que caracterizou a espécie como umbrófila em sua fase juvenil. Assim, entende-se que todos os substratos apresentaram resultado satisfatório de emergência de plântulas em ambiente sombreado. Resultado semelhante foi obtido por CAVALCANTE et al. (2008) que, ao testar composto vegetal processado, casca de coco, vermiculita, turfa e Plantmax® para formação de mudas de araticum, não encontraram diferenças significativas para porcentagem de emergência em ambientes controlado (estufa). Por outro lado, OLIVEIRA et al. (2009) observaram que não houve diferença significativa na porcentagem de germinação de *Copernicia hospii* em diferentes substratos (areia vermelha + bagana de carnaúba + húmus de minhoca + casca de coco e composto orgânico), porém o melhor desenvolvimento ocorreu a pleno sol, visto ser uma espécie heliófila.

As espécies florestais apresentam em geral uma grande variação na capacidade de germinação e desenvolvimento, crescimento e vigor no que

se refere ao substrato. Para o cedro, que possui características de fácil adaptabilidade, substratos que garantam boa relação ar, água e nutrientes apresentam considerável potencial para a produção de mudas, considerando o bom desempenho com substratos à base de compostos vegetais.

Entretanto, resultados de pesquisa mostram que é fundamental a qualidade sanitária desses compostos conforme salienta CARNEIRO (1995). Neste sentido OLIVEIRA et al. (2008), ao estudar os efeitos de diferentes substratos no desenvolvimento de quatro essências florestais, incluindo o cedro, verificaram que os substratos vegetais compostos com 35% de húmus de minhoca garantem melhores porcentagens de emergência e desenvolvimento da planta quando são isentos de microrganismos patogênicos.

Ao avaliar o índice de velocidade de emergência-IVE (Tabela 2), pelos valores da interação o substrato composto vegetal, húmus de minhoca e plantmax® apresentaram os melhores resultados de IVE em ambiente sombreado a 50%, sendo que a

produção com casca de coco pode ser realizada em ambientes sombreados ou a pleno sol. Em ambientes com 0% de sombra o IVE apresentou melhores resultados com casca de coco e composto vegetal.

O desdobramento da interação substrato x sombreamento mostrou que apenas no substrato casca de coco, a velocidade de emergência igualou-se entre os dois ambientes. No ambiente sombreado (50%) os substratos composto vegetal e casca de coco diferiram estatisticamente, enquanto a pleno sol (0%) o composto vegetal foi superior ao húmus de minhoca e Plantmax®.

PAULINO et al. (2008) estudando diferentes substratos e ambientes em plantas de cactácea, verificaram que em ambientes sombreados a 30% e utilizando composto vegetal as plantas apresentaram maiores valores de IVE. GONÇALVES (2000) frisa que o uso de substratos locais/regionais para as espécies nativas, em adequadas condições de intensidade de luz pode aumentar a produção de mudas melhorando os índices de emergência e vigor no campo.

Comparando diferentes níveis de sombreamento para a espécie *Calophyllum brasiliensis*, MORANDI et al. (2009) concluíram que a velocidade de germinação ao nível de 50% a 70% de sombreamento foi superior quando comparada a pleno sol.

Verificou-se que o IVE foi superior com uso de composto vegetal, húmus de minhoca e plantmax® em sombreamento a 50%, estando de acordo com NOGUEIRA et al. (2003) que também encontraram maior IVE em substratos (Composto vegetal e areia autoclavada), e segundo estes autores a porosidade e a esterilidade do substrato permitem o movimento de água e ar, favorecendo a germinação e a velocidade de emergência.

Considerando que o cedro é uma espécie não domesticada, não foram encontrados até o momento dados suficientes que sirvam como referência quanto ao IVE médio para essa espécie, situação que deve persistir até que um maior volume de dados seja obtido e analisado adequadamente.

Em relação ao comprimento da parte aérea – CPA (Tabela 2), em mudas de cedro, considerando o nível de 50 % de sombreamento, o húmus de minhoca apresentou resultados superiores, seguido do composto vegetal. O Plantmax® e a casca de coco foram os substratos que apresentaram os menores valores, não diferindo entre si. Para o caso da análise considerando 0% de sombreamento o húmus de minhoca apresentou resultados que se destacaram em relação aos demais substratos.

Estudando a influência do sombreamento em mudas de *Jacaranda puberula* ALMEIDA et al. (2005) obtiveram melhores resultados em sombreamento de 30%, sendo que a pleno sol as mudas apresentaram altos índices de mortalidade. Dados semelhantes foram encontrados por REGO e POSSAMAI (2006) que, estudando o efeito do sombreamento sobre jequitibá rosa, concluíram que o melhor desempenho da parte aérea ocorre em ambientes com sombreamentos nas faixas de 45% a 64%.

A respeito da variação existente entre os padrões de qualidade de mudas em diferentes sítios (substratos), CARNEIRO (1995) comenta que os atributos estão relacionados à presença de características que possam oferecer resistência à muda para condições adversas que estas possam experimentar no campo. GONÇALVES et al. (2000) consideram que uma muda de boa qualidade apresenta altura variando de 20 a 35 cm e diâmetro de coleto entre 5 e 10 mm aos 120 dias.

Em relação aos resultados observados, é adequado considerar que estudos desta natureza já vem sendo concretizados no decorrer do tempo, como mostram os trabalhos de ENGEL (1989), CARVALHO (1996), MORAIS NETO et al. (2000) e SCALON et al. (2002), que estudando espécies lenhosas, observaram que o crescimento inicial foi reduzido quando as mudas foram cultivadas sob altas intensidades luminosas.

Na Tabela 2 observa-se que o comprimento de plantas – CPA, apresentou melhores resultados quando as mudas foram conduzidas em substrato húmus de minhoca. Dados semelhantes foram encontrados por NETO et al. (1999) que estudando a produção de mudas de café em substratos alternativos, concluíram que húmus de minhoca em sombreamento a 50% ocasionou os melhores resultados para o crescimento das mudas. Por outro lado, PICOLOTTO et al. (2007), estudando diferentes misturas de substrato para produção de *Prunus pérsica*, concluíram que o melhor substrato para a espécie é a mistura de Plantmax® + húmus de minhoca.

A massa seca de raiz – MSR foi expressivamente beneficiada pela utilização de húmus de minhoca em ambientes com 50% de sombra. Para ambientes sombreados o composto vegetal e húmus de minhoca ocasionaram melhores resultados em relação a casca de coco. Já a pleno sol os resultados obtidos com húmus de minhoca foram estatisticamente superiores aos demais substratos (Tabela 2).

Estudando as relações entre nível de luz,

tipo de substrato e desenvolvimento de mudas de louro - *Cordia trichotoma* e gonalco-alves - *Astronium fraxinifolium*, JESUS et al. (1988) observaram que para as mudas sombreadas o melhor substrato foi o que continha 50% de composto vegetal e 50% de compostos orgânicos (húmus de minhoca e esterco bovino). Os autores complementam que o substrato exerce influencia marcante na massa seca do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, interferindo na qualidade das mudas.

As variáveis morfológicas diâmetro do coleto (DC), comprimento de raiz (CR) e massa seca de parte aérea (MSPA) não apresentaram interação significativa entre substratos e ambientes (Tabela 3), suas médias isoladas revelam que: o sombreado não influenciou o diâmetro do coleto (DC) das mudas de cedro. Independentemente da condição de luminosidade, os substratos composto vegetal e húmus de minhoca ocasionaram os melhores resultados.

OLIVEIRA et al. (2008), estudando os efeitos de diferentes substratos no desenvolvimento de quatro essências florestais, incluindo o cedro, verificaram que em substratos á base de húmus de minhoca as plantas apresentaram resultados de crescimentos em diâmetro de aproximadamente 0,20 cm, sendo indiferentes quanto ao ambiente de cultivo nos dois primeiros meses .

Ainda na Tabela 3, observa-se que para o comprimento do sistema radicular (CR), os diferentes níveis de luminosidade não influenciaram no crescimento das plantas. Comparando o fator substratos isoladamente, verifica-se que o composto vegetal diferiu-se apenas da casca de coco. Para as médias isoladas de massa seca da parte aérea - MSPA observa-se que o sombreado a 50% apresentou

maiores quantidades de MSPA. O húmus de minhoca como substrato, seguido de composto vegetal e casca de coco foram que melhores favoreceram a MSPA.

Os resultados demonstram que o desenvolvimento de biomassa foi superior em condições de 50% de sombra. Dados semelhantes foram encontrados por MORANDI et al. (2009) ao estudar o desenvolvimento inicial de *Calophyllum brasiliensis* em diferentes níveis de sombreado (0%, 30%, 50%, 70% e 90%), concluindo-se que a massa seca da parte aérea se apresentou os melhores resultados na condição de 50% de sombreado. Avaliando o acúmulo de matéria seca na parte aérea de mudas de jatobá em diferentes ambientes, recipientes e substratos, FILHO et al. (2003) concluíram que o ambiente com 50% de sombra proporcionou resultados superiores com substratos vegetais.

## Conclusões

O índice de velocidade de emergência IVE não foi alterado por ambientes com 50% de sombra ou a pleno sol com uso do substrato casca de coco. Para os substratos composto vegetal, húmus de minhoca e Plantmax®, o ambiente sombreado a 50% foi mais adequado para este índice.

O húmus de minhoca favorece o desenvolvimento das plântulas de cedro indiferente do ambiente;

O substrato casca de coco não favorece o desenvolvimento das plantas de cedro nos ambientes com 50% e 0% de sombra.

**Tabela 3.** Valores médios diâmetro do coleto (DP), comprimento de raiz (CR) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plântulas de cedro (*Cedrela odorata*) em função do sombreado e substratos

Substratos	DC	CR	MSPA
Composto vegetal	0,19 a	11,4 a	0,8 b
Húmus de Minhoca	0,20 a	10,9 ab	1,1 a
Plantmax®	0,13 b	10,5 ab	0,5 c
Casca de Coco	0,15 b	10,3 b	0,6 bc
Luminosidades	DC	CR	MSPA
50%	0,17 a	10,9 a	0,8 a
0%	0,17 a	10,7a	0,0 b
C.V(%)	7,61	6,96	19,65

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $0,01 \leq p < 0,05$ ).

## Referências

- AGUIAR, F. F.A.; PINTO, M.M.; TAVARES, A.R.; KANASHIRO, S. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau - Brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, v.29, 871-875, 2005.
- ALMEIDA, L.S.; MAIA, N.; ORTEGA, A.R. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiros submetidos a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v.15, n.3, p.323-329, 2005.
- AMARAL, V.F.M. **Multiplicação in vitro de *Cedrela odorata***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2006. 63f.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UNEF, 1995. 451p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2000. 125p.
- CARVALHO, P.E.R. **Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) MART. Subsp. *Canjerana*, *Calophyllum brasiliense* CAMB. e *Centrolobium robustum* (Vell) MART. EX Benth., na fase juvenil**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 157f.
- CAVALCANTE, T.R.M.; NAVES, R.V.; SERAPHIN, J. C.; CARVALHO, G. D. Diferentes ambientes e substratos na formação de mudas de araticum. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.235-240, 2008.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A.O.; BAITELLO, J.B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & letras editora e gráfica, 2. ed. São Paulo- SP, 2002. 65p.
- ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. Dissertação (Mestrado) - ESALQ-USP, Piracicaba, SP, 1989. 202f.
- FELFILL, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUZA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.2, p.297-301, 1999.
- FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.
- FILHO, J.L.S.C.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F.; RANGE, M.S.A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.
- FONSECA, E.P.; VALERI, S.V.; MIGLIORANZA, E. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.515-523, 2002.
- GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: **Nutrição e fertilização florestal**. GONÇALVES, J.L.M.E.; BENEDETTI, V. Piracicaba: IPEF, 2000. p.3-57.
- IOSSI, E.; SADER, R.; PIVETTA, K.F.L.; BARBOSA, J.C. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.63-69, 2003.
- JESUS, R.M. de; LOGISTER, F.; MENANDRO, M.S. Efeito da luminosidade e do substrato na produção de mudas de *Cordia trichotoma* (Vell) Arrab. (Louro). In: **Anais do Congresso Florestal Estadual**, 6. Nova Prata, RS, 1988. v.1, p.459-469.



- KUSDRA, J.F.; MOREIRA, D.F.; SILVA, S.S.; NETO, S.E.A.; SILVA, R.G. Uso de coprólitos de minhoca na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.30, n.2, p. 492-497, 2008.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; MACEDO, C.M.P. Tratamentos para acelerar a germinação e reduzir a deterioração das sementes de *Ormosia nitida* Vog. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.171-177, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Platarum, 1992. n.pag.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. V.2., 2.ed. Nova Odessa, SP: Editora Platarum, 2002. n.pag.
- MAGUIRE, J.B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MORAIS 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.
- MORANDI, P.S.; MARIMON, B.H.; SANTOS C.O.; OLIVEIRA, B.; REIS, S.M.A.; SILVA, S.L.; PORTO, P. Germinação e Desenvolvimento Inicial de *Calophyllum brasiliensis* Camb., em Diferentes Níveis de Sombreamento. **In: Anais da II Jornada científica da Unemat, V CONIC**. Barra dos Bugres, 2009.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho das plântulas. **In: KRZYZANOWSKI F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2, p.1-24.
- NETO, A.A.; MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, P.T.G. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.2, p.270-280, 1999.
- NETO, A.S.E.; AZEVEDO, J.M.A. de; GALVÃO, R. de O.; OLIVEIRA, E.B. de L.; FERREIRA, R.L.F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, v.39, 1408-1413, 2009.
- NOGUEIRA, R.J.M.C.; ALBUQUERQUE, M.B. de; SILVA JÚNIOR, J.F. Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.15-18, 2003.
- NOVEMBRE, A.D.L.C.; FARIAS, T.C.; VENTURA PINTO, D.H.; CHAMMA, H.M.C.P. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. - Fabaceae - Mimosoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.42-45, 2007.
- OLIVEIRA, A.B.; FILHO, S.M.; BEZERRA, A.M.E. Efeito do tamanho, semente, substrato e ambiente na produção de mudas de *Copernicia hospita* martius. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.6, p.1527-1533, 2009.
- OLIVEIRA, R.B.; LIMA, J.S.S.; SOUZA, C.A.M.; SILVA, S.A.; FILHO, S.M. 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.
- PAULINO, M. A.; COPOLA, T.F.; CREPALDI, L.V.C.S.; FONSECA, A.S.; BÔAS, R.L.V. Avaliação da emergência de plântulas da cactácea *Ammilaria prolifera* em diferentes substratos. **In: VI Encontro Nacional Sobre Substratos para Plantas e Materiais Regionais como Substrato**. Fortaleza - CE - **Embrapa Agroindústria Tropical**, Sebrae/CE e UFC, 2008.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- PICOLOTTO, L.; BIANCHI, V.J.; NETO, A.G.; FACHINELLO, J.C. DIFERENTES misturas de substratos na formação de mudas de pessegueiro, em embalagem. **Scientia Agraria**, v.8, n.2, p.119-125, 2007.

*Roweder et al. (2012)*

RAMOS, J.D.; CHALFUN, N.N.J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J.C.M. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. **Informe Agropecuário**, v.13, n.216, p.64-72, 2002.

REGO, G.M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-Rosa. **Boletim Pesquisa Florestal**, n.53, p.179-194, 2006.

SCALON, S. de P.Q.; MUSSURY, R.M.; RIGONI, M.R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, n.1, p.1-5, 2002.

SOUZA, M.F.; PEREIRA, E.O.; BREMENKAMP, C.A.; MARTINS, M.Q.; COELHO, R.I.; ALMEIDA, A.A. Diferentes níveis de sombreamento e dois substratos no crescimento do porta-enxerto limão cravo. **In:** Anais da XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas, XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo e VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo, Guarapari - ES, 2010.