

Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (CAESALPINACEAE) em diferentes substratos e sombreamento¹

Seedling emergence in *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Caesalpinaceae) in different substrates and shading

Juliano Costa Gondin², Josué Bispo da Silva^{2*}, Charline Zaratín Alves³, Alek Sandro Dutra⁴ e Lino Elias Junior⁵

RESUMO - Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) é uma espécie da floresta amazônica que vem sendo intensamente utilizada nos programas de reforestamento, tanto por ser de crescimento rápido como pelo bom comportamento em plantios homogêneos. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de substratos e sombreamento sobre a emergência e o vigor de plântulas de paricá. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em arranjo fatorial 10 x 2 (substrato e sombreamento). Os substratos comerciais utilizados foram casca de coco e terra vegetal, em mistura com casca de arroz, areia, pó de serra fresco e pó de serra curtido. Foram avaliados a emergência de plântulas, o índice de velocidade de emergência, o comprimento das raízes e da parte aérea, a matéria seca das raízes e da parte aérea, a frequência relativa e o tempo médio de emergência. Os substratos terra vegetal, casca de coco e casca de coco + areia em ambiente com 50% de sombreamento, e terra vegetal, terra vegetal + areia e casca de coco + areia a pleno sol proporcionaram os melhores resultados. A areia e o pó de serra fresco, ambos em mistura com casca de coco, podem ser usados na fase inicial de viveiro, devendo as mudas ser transplantadas para outro substrato ou o campo após 40 dias. A casca de arroz *in natura* não deve ser misturada com outros materiais para a utilização como substrato.

Palavras-chave: Luminosidade. Mudanças florestais. Sementes. Vigor.

ABSTRACT - *Schizolobium amazonicum* is a species from Amazonian forest intensively used in reforestation programs, both because it is fast growing and for good behavior in homogeneous planting. The objective was to evaluate the influence of substrates and shading on emergency and development of parica seedlings. The experimental design was completely randomized with four replications in a factorial 2 x 10 (shading and substrates). The substrates used were commercial coir and composted soil, mixed with alternative materials rice hulls, sand, sawdust and fresh sawdust tanned. Were evaluated seedlings emergence, speed of emergence index, length of roots and hypocotyl, dry matter of roots and hypocotyls, relative frequency and average time of emergency. Sand and dust tanned mountain in mixture (1:1 v / v) with coconut shell or topsoil can be used for *Schizolobium amazonicum* seedlings formation. Sand and fresh mountain powder can be used in the initial nursery, but seedlings should be transplanted to another substrate or field after 40 days. Rice husk in nature should not be adopted either as a substrate, neat or in mixture. Production of parica seedlings does not require shading.

Key words: Lighting. Forest seedlings. Seeds. Vigour.

DOI: 10.5935/1806-6690.20150012

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 16/04/2014; aprovado em 04/12/2014

Artigo retirado da Monografia de Graduação do primeiro autor apresentada na Universidade Federal do Acre

²Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, BR 364, s/n, Rio Branco-AC, Brasil, 69.920-900, julianoocsax@yahoo.com.br; josuebispo@bol.com.br

³Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul, Estrada Fazenda Campo Bom, s/n, Chapadão do Sul-MS, Brasil, 79.560-000, charline.alves@ufms.br

⁴Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Av. Mister Hull, 2977, Bloco 847, Fortaleza-CE, Brasil, 60.356-000, alekdutra@ufc.br

⁵Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Rua Benjamin Constant, 856, Centro, 69900-160, Rio Branco-AC, Brasil, ljflorestal@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), também conhecida como faveira, faveira-branca, ficheiro, flexeiro, paricá-grande, pinho-cuiabano, pinho-cuiabano-rosa, guapuruvu-da-amazônia e bandarã, ocorre naturalmente nas áreas de terra firme e de várzeas altas, em solos de alta e baixa fertilidade, concentrando-se na Amazônia Brasileira, com formações também no Peru, Colômbia, Venezuela e Bolívia (GAZIEL FILHO *et al.*, 2007). Considerada árvore de grande porte e de rápido crescimento, é utilizada na fabricação de forros, palitos de fósforos, pasta de celulose, papel, compensados e laminados de alta qualidade. Além disso, a capacidade da espécie de adaptação e fixação de nitrogênio tem permitido sua utilização na recuperação de áreas degradadas (CORDEIRO *et al.*, 2002).

Entretanto, o uso do paricá para exploração madeireira ou recomposição florestal requer um consistente programa de formação de mudas, o que permitirá maior chance de sucesso na fase de viveiro, bem como maximizará seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo. Isso reforça a importância de se definir protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor tempo e em condições acessíveis aos pequenos e médios produtores (CUNHA *et al.*, 2005), uma vez que os viveiristas só terão êxito quando os métodos e sistemas empregados priorizarem a produção de mudas com qualidade e baixo custo.

O substrato utilizado para a formação de mudas pode favorecer ou dificultar a germinação das sementes e o crescimento das plântulas. Diversos substratos comerciais estão disponíveis e, entre eles, a terra vegetal já é de uso comum no setor de formação de mudas de diferentes espécies. Mais recentemente a casca de coco, que em muitas regiões causa transtorno ao serviço de limpeza pública pelo volume e difícil decomposição, vem sendo processada para utilização como substrato agrícola de boa qualidade para a produção de mudas (ROSA *et al.*, 2001), uma vez que suas fibras apresentam ótima aeração, boa capacidade de retenção de água, alta estabilidade física e molhabilidade, tendência de fixar cálcio e magnésio e liberar potássio no meio (ALMEIDA, 2005; WENDLING; GATTO, 2002).

No entanto, novos materiais alternativos devem ser avaliados quanto ao potencial para formação de mudas, com vistas a reduzir o custo de produção. Nesse sentido, Negreiros *et al.* (2004) enfatizam a importância da associação de materiais visando melhorar a textura do

substrato e, desta forma, garantir adequadas condições físicas e nutricionais ao pleno desenvolvimento das mudas. Foi o que fizeram Matos *et al.* (2009), misturando terra de subsolo (50%), areia (25%) e cama de aviário (25%) para avaliar o potencial desse material alternativo para a produção de mudas de paricá, com resultados satisfatórios. A areia utilizada como substrato permitiu emergência de até 95% de plântulas dessa mesma espécie submetidas a tratamentos para superação de dormência (DAPONT *et al.*, 2014) e proporcionou maior crescimento da raiz e da parte aérea de plântulas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd) (ALVES *et al.*, 2008).

Devido aos diferentes compostos que têm sido utilizados para a formulação de substratos, há a necessidade de se determinar os mais adequados para o desenvolvimento de cada espécie, visando o fornecimento de nutrientes e com propriedades físicas adequadas, tais como retenção de água, aeração e facilidade para penetração das raízes, entre outras (GUIMARÃES *et al.*, 2006).

A necessidade de se caracterizar produtos encontrados nas diferentes regiões do país e torná-los disponíveis como substrato agrícola é fundamental para reduzir os custos de produção, o que ressalta a importância de se desenvolver substratos de fácil aquisição e utilização.

A intensa atividade madeireira que ocorre na Região Norte do Brasil gera, anualmente, uma quantidade considerável de pó de serra, material que não pode ser descartado no ambiente, tampouco incinerado; além de problema ambiental, é também de logística, pois fica acumulado nos pátios das serrarias ocupando grandes espaços. Uma alternativa para minimizar tais problemas seria a utilização desse resíduo para a formação de substrato, o que reduziria tanto o impacto ambiental como o custo de produção de mudas.

Outro fator que exerce significativa influência sobre a germinação e vigor de sementes e crescimento das mudas é a luminosidade. A luz, por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese (CAMPOS; UCHIDA, 2002) e a fenômenos morfogênicos (TAIZ; ZEIGER, 2004), é um dos principais fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais. Segundo Holt (1995), todas as plantas têm habilidade para modificar o seu modelo de desenvolvimento em resposta ao ambiente luminoso. Todavia, a natureza da resposta morfogênica pode variar consideravelmente entre espécies, de acordo com a dependência da quantidade ou da qualidade da luz e a capacidade de aclimação (GRONINGER *et al.*, 1996); daí a importância do estudo de espécies na fase de viveiro, pois os diferentes graus de luminosidade causam mudanças fisiológicas e morfológicas nas mudas, sendo o grau desta adaptação ditado por características genéticas

da planta em interação com o ambiente (MORAES NETO; GONÇALVES, 2001).

Alguns estudos têm evidenciado a plasticidade fisiológica de espécies vegetais em relação à radiação fotossinteticamente ativa disponível, por meio de avaliações de crescimento inicial em relação a diferentes níveis de sombreamento (ALMEIDA *et al.*, 2005). A influência da luminosidade na fase de viveiro foi avaliada por Campos e Uchida (2002) nas espécies amazônicas caroba (*Jacaranda copaia* (Aubl) D. Don.), jatobá (*Hymenaea corbaryl* L.) e pau-de-balsa (*Ochroma lagopus* (Cav. Ex. Lam.) Urban), que responderam de modo distinto aos níveis de sombreamento a que foram expostas, resultado que reforça a necessidade de se estudar a resposta de plantas de outras espécies dessa região à luz na fase inicial do desenvolvimento.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de substratos e sombreamento sobre a emergência e o vigor de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Viveiro Florestal da Secretaria de Estado da Floresta, Rio Branco, AC, com sementes coletadas em árvores da Reserva Florestal Chico Mendes, em Sena Madureira, AC (09°04'48" S e 68°37'39" W, altitude de 148 m) e armazenadas em condições de temperatura ambiente.

Foram utilizados substratos comerciais em mistura com materiais abundantes e de fácil obtenção. Os substratos comerciais foram casca de coco (pó de coco) e terra vegetal (solo, restos vegetais (folhas, grama e pó de xaxim decompostos)), utilizados em mistura (1:1 v/v) com casca de arroz *in natura*, areia, pó de serra fresco e pó de serra curtido, formando as seguintes composições: casca de coco + casca de arroz, casca de coco + areia, casca de coco + pó de serra fresco, casca de coco + pó de serra curtido, terra vegetal + casca de arroz, terra vegetal + areia, terra vegetal + pó de serra fresco e terra vegetal + pó de serra curtido.

Antes do preparo, os materiais alternativos foram peneirados para eliminação de matérias estranhas e uniformização do tamanho das partículas. As características pH (água), K, Na, Ca, Mg, soma de bases, capacidade de troca catiônica (pH 7), índice de saturação por bases, índice de saturação por alumínio, carbono orgânico e matéria orgânica dos substratos foram avaliadas.

Após o preparo, as misturas foram colocadas em tubetes de 115 cm³, dispostos sobre bancada a 1 m da

superfície do solo. As sementes, após tratamento para superação de dormência (imersão em água a 90 °C e resfriamento a temperatura ambiente em seguida), foram colocadas a 3 cm de profundidade, cobertas com o mesmo substrato, irrigadas e mantidas em viveiro telado com sombrite tecida com monofilamento de Polietileno de Alta Densidade - PEAD, com aditivos para resistir à radiação UV e antioxidantes, promovendo 50% de sombreamento, e a pleno sol.

A influência dos substratos e sombreamento sobre o desempenho de plântulas foi avaliado por meio dos testes: *emergência de plântulas* - quatro repetições de 25 sementes de cada tratamento foram colocadas em tubetes, conforme descrito anteriormente. As avaliações ocorreram do 1º ao 40º dia, quando foram computadas as plântulas cujo epicótilo se encontrava acima da superfície do substrato (BRASIL, 2009). A porcentagem de emergência foi calculada segundo a equação 1:

$$EP (\%) = (N \cdot 100) / A \quad (1)$$

onde: N = número de plântulas emergidas e A = número total de sementes colocadas para germinar; *índice de velocidade de emergência* - determinado para cada tratamento, somando-se o número de plântulas emergidas a cada dia, divididas pelo respectivo número de dias desde a semeadura (NAKAGAWA, 1999) e calculada segundo a equação 2:

$$IVE = (N_1/D_1) + (N_2/D_2) + (N_3/D_3) + \dots + (N_n/D_n) \quad (2)$$

onde $N_{1:n}$ = número de plântulas emergidas no dia 1, 2, 3, ..., n , e D = dias para as plântulas emergirem (MAGUIRE, 1962).

Ao final de cada tratamento, cinco plântulas de cada repetição foram aleatoriamente selecionadas para as seguintes determinações: *comprimento da raiz principal e da parte aérea* - a raiz principal e a parte aérea das plântulas foram separadas e medidas com régua métrica, e os resultados expressos em centímetros. Considerou-se raiz a parte compreendida entre a porção terminal da raiz principal e o mesocótilo, e parte aérea a porção entre o mesocótilo e o ponto de inserção do último par de folhas; *massa seca do sistema radicular e da parte aérea* - as raízes e a parte aérea das plântulas de cada repetição e tratamento foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C por 48 horas. Ao final desse período foi determinada a massa em balança analítica (precisão 0,0001 g), e os resultados expressos em gramas; *frequência relativa de emergência* - foi contabilizado o número de plântulas que emergiram por dia, até a última avaliação (LABOURIAU, 1983), determinada pela equação 3:

$$FRE (\%) = (N_i \cdot 100) / \sum N_i \quad (3)$$

em que N_i = número de plântulas emergidas por dia e $\sum N_i$ = número total de plântulas emergidas; *tempo médio de emergência* (TME): calculado segundo LABOURIAU (1983), considerando que (equação 4):

$$TME = \frac{\sum(n_i * t_i)}{\sum n_i} \quad (4)$$

onde n_i = número de sementes germinadas por dia e t_i = período de incubação (dias).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em arranjo fatorial 10 x 2 (dez substratos e dois níveis de sombreamento). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise química dos substratos (Tabela 1) é possível verificar que a composição casca de coco + pó de serra curtido apresentou o pH mais abaixo da faixa entre 5,4 e 6,0, considerada por Valeri e Corradini (2000) ideal para a produção de mudas de essências florestais. Essa análise indica também que casca de coco + casca de arroz, casca de coco + pó de serra fresco, casca de coco + pó de serra curtido, terra vegetal + pó de serra fresco e casca de coco apresentaram teor de carbono orgânico superior a 80 g kg⁻¹, valor mínimo para um solo ser considerado orgânico (EMBRAPA, 2006).

A matéria orgânica do solo propicia o aumento na capacidade de retenção de água e nutrientes do substrato,

redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003). As substâncias húmicas presentes na matéria orgânica apresentam efeitos fisiológicos sobre plantas, podendo favorecer a germinação de sementes e o crescimento das raízes (CHEN; AVIAD, 1990).

A saturação por alumínio foi baixa em todos os substratos avaliados, validando, por essa característica, a utilização destes para a produção de mudas, pois o Al³⁺ constitui um fator limitante ao desenvolvimento radicular das plantas, uma vez que provoca encurtamento, engrossamento e redução na emissão de novas raízes (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

A análise de variância para emergência total de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke revelou interação significativa entre substratos e sombreamento (Tabela 2), destacando-se casca de coco (95%), casca de coco + areia (88%) e casca de coco + pó de serra curtido (94%) em ambiente sombreado, e casca de coco (95%), casca de coco + areia (86%), casca de coco + pó de serra curtido (91%) e terra vegetal + pó de serra curtido (87%) a pleno sol. A casca de coco + casca de arroz proporcionou o pior desempenho entre os substratos, principalmente a pleno sol (40%).

Os resultados positivos obtidos com casca de coco em paricá não ocorreram em sementes de cedro, tanto a pleno sol como em 50% de sombreamento (ROWEDER *et al.*, 2012). Já a terra vegetal pura, substrato que foi eficiente para a emergência de plântulas de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* MART) (BRAGA JUNIOR *et al.*, 2010), não

Tabela 1 - Composição química dos substratos

Substratos	pH (H ₂ O)	K	Na	Ca	Mg	SB ²	T	V	M	C.Org	MO
		-----cmol _c dm ⁻³ -----					------(%)-----		-----g kg ⁻¹ -----		
CC	5,1	3,22	1,72	0,80	1,55	5,91	8,85	66,78	0,84	317,30	545,80
TV	6,2	4,47	1,02	0,80	1,50	7,85	10,30	76,21	0,63	51,30	88,20
CC + CA1	5,0	2,91	1,34	0,50	0,80	5,55	9,47	58,61	3,48	218,5	375,80
CC + A	5,1	1,35	1,05	0,60	0,80	3,80	6,34	59,94	1,30	13,34	22,90
CC + PSF	5,6	1,47	0,74	2,00	3,20	7,41	9,17	80,81	0,67	320,0	550,40
CC + PSC	4,4	2,09	0,86	0,80	0,90	4,65	9,55	48,69	4,12	319,20	549,00
TV + CA	5,9	5,20	0,79	3,25	4,80	14,04	16,98	82,69	0,35	66,50	114,40
TV + A	6,2	3,13	0,57	1,80	3,60	9,10	10,57	86,09	0,00	12,82	22,10
TV + PSF	6,3	3,53	0,79	3,30	4,80	12,42	14,38	86,37	0,00	321,10	552,30
TV + PSC	6,3	4,13	0,79	2,00	3,10	10,02	12,22	82,00	0,50	73,72	126,80

1: CC + CA: casca de coco + casca de arroz; CC + A: casca de coco + areia; CC + PSF: casca de coco + pó de serra fresco; CC + PSC: casca de coco + pó de serra curtido; TV + CA: terra vegetal + casca de arroz; TV + A: terra vegetal + areia; TV + PSF: terra vegetal + pó de serra fresco; TV + PSC: terra vegetal + pó de serra curtido; CC: casca de coco; TV: terra vegetal. **2:** SB: Soma de bases; T: Capacidade de troca catiônica pH7; V= índice de saturação de bases; M: índice de saturação por alumínio; C.Org: Carbono Orgânico; MO: matéria orgânica

mostrou nessa fase de desenvolvimento a mesma eficiência no presente trabalho com sementes de paricá.

A velocidade de emergência foi inferior em terra vegetal + casca de arroz e, principalmente, casca de coco + casca de arroz em pleno sol (Tabela 2), resultado semelhante ao verificado no teste de emergência total de plântulas. A casca de arroz misturada com substrato comercial permitiu a maior emergência de plântulas de *Tabebuia ochracea* (Chamb.) Standl. em viveiro (SANTOS; CAMPOS, 2009). Todos os demais substratos permitiram emergência mais rápida das plântulas, independentemente de estar sob sombra ou sol. A emergência menor e mais lenta nas misturas que continham casca de arroz (casca de coco e terra vegetal), em especial no ambiente a pleno sol, pode ser devido a um estresse hídrico causado às sementes pela maior demanda por água do ambiente a pleno sol, que normalmente apresenta temperaturas mais elevadas em relação ao sombreado, associado à maior drenagem da casca de arroz, material no qual a água disponível diminui rapidamente, exigindo irrigações muito frequentes, o que comprova sua baixa capacidade em armazenar água (LOPES *et al.*, 2007), com reflexos negativos na germinação (ROCHA *et al.*, 2007) por atrasar os eventos iniciais de absorção de água pelas sementes, levando a atrasos também na emergência das plântulas.

Na análise do comprimento do sistema radicular das plântulas, destacaram-se os substratos terra vegetal e casca de coco + areia em sombreado, e terra vegetal, casca de coco + casca de arroz, casca de coco + areia, casca de coco + pó de serra fresco, terra vegetal + casca de arroz e terra vegetal + areia a pleno sol. Os piores resultados ocorreram nos substratos casca de coco + pó de serra fresco e terra vegetal + casca de arroz em sombreado (Tabela 3).

Observa-se que, tanto em condições de sombreado como a pleno sol, a maioria dos substratos que foram desfavoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular apresenta pó de serra fresco ou curtido em sua composição. Burés (1997) explica que o tipo da madeira, o tempo e a condição de armazenamento, além do teor de tanino, podem influenciar na qualidade desse resíduo, que pode apresentar partículas de diferentes tamanhos, coloração, teor de água e grau de decomposição; dependendo do tempo de armazenamento, a serragem pode ser usada como substrato sem a necessidade de realizar compostagem, mas nas serragens, mesmo as envelhecidas e naturalmente compostadas, podem ocorrer processos anaeróbios de fermentação, gerando ácidos orgânicos que interferem no crescimento de raízes, sendo esse um dos principais fatores limitantes

Tabela 2 - Análise de variância para emergência (EP %) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em função de substratos e sombreamento

Substrato	-----EP-----		-----IVE-----	
	Sombra (50%)	Pleno Sol	Sombra (50%)	Pleno Sol
Casca de coco	95 aA	95 aA	3,28 aA	3,28 aA
Terra vegetal	83 aB	83 aB	2,96 aA	2,96 aA
Casca de coco + casca de arroz	77 aB	40 bC	2,06 aB	0,90 bC
Casca de coco + areia	88 aA	86 aA	2,96 aA	2,88 aA
Casca de coco + pó de serra fresco	84 aB	83 aB	2,77 aA	2,67 aA
Casca de coco + pó de serra curtido	94 aA	91 aA	3,02 aA	2,96 aA
Terra vegetal + casca de arroz	74 aB	71 aB	2,33 aB	2,09 aB
Terra vegetal + areia	84 aB	76 aB	3,00 aA	2,72 aA
Terra vegetal + pó de serra fresco	86 aB	81 aB	3,00 aA	2,81 aA
Terra vegetal + pó de serra curtido	82 aB	87 aA	3,03 aA	3,17 aA
C.V. (%)	10,20		11,49	
Teste F				
Substrato (Su)	12,22**		22,24**	
Sombreamento (So)	8,33**		8,06**	
Interação Su x So	3,86**		2,65*	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($0,01 \leq p < 0,05$); **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$)

Tabela 3 - Valores médios e análise de variância para comprimento de raiz principal (CR cm) e parte aérea (CPA cm) de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em função de substratos e sombreamento

Substrato	-----CR-----		-----CPA-----		Média
	Sombra (50%)	Pleno Sol	Sombra (50%)	Pleno Sol	
Casca de coco	14,95 aB	14,95 aB	18,05	18,05	18,05 D
Terra vegetal	17,18 aA	17,18 aA	28,43	28,43	28,43 A
Casca de coco + casca de arroz	15,23 aB	16,15 aA	17,05	14,90	15,98 E
Casca de coco + areia	16,55 aA	16,50 aA	23,25	21,60	22,43 C
Casca de coco + pó de serra fresco	14,03 bB	16,33 aA	20,68	18,23	19,45 D
Casca de coco + pó de serra curtido	14,80 aB	15,28 aB	23,63	20,08	21,85 C
Terra vegetal + casca de arroz	15,08 bB	17,20 aA	23,50	21,93	22,71 C
Terra vegetal + areia	15,80 bA	17,80 aA	30,00	29,10	29,60 A
Terra vegetal + pó de serra fresco	14,68 aB	14,83 aB	26,88	22,95	24,91 B
Terra vegetal + pó de serra curtido	14,78 aB	14,23 aB	28,45	25,13	26,79 B
			24,00 a	22,04 b	-
C.V. (%)		6,52		8,72	
Teste F					
Substrato (Su)		6,69**		39,37**	
Sombreamento (So)		10,41**		18,92**	
Interação Su x So		2,08*		0,97 ^{ns}	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($0,01 \leq p < 0,05$); **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *: significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$)

ao uso desse subproduto. Convém ressaltar que plântulas com sistema radicular bem desenvolvido têm maiores habilidade de aclimação e chances de sobrevivência no campo devido à maior capacidade de absorção de água e nutrientes (ALMEIDA *et al.*, 2005).

A interação substratos e sombreamento não foi significativa para o comprimento da parte aérea (Tabela 3). Pelos valores médios é possível verificar que a terra vegetal, pura ou misturada com areia, proporcionou os melhores resultados. Entretanto, à semelhança do que ocorreu na emergência de plântulas e na velocidade com que esse processo se dá (Tabela 2), a casca de arroz mostrou-se inadequada ao desenvolvimento da parte aérea. Em relação à indiferença quanto a luminosidade, Dias Filho (1997) salienta que o crescimento satisfatório de plantas de algumas espécies em ambientes com diferentes disponibilidades luminosas pode ser atribuído à capacidade de ajustar, eficaz e rapidamente, seu comportamento fisiológico para maximizar a aquisição de recursos nesse ambiente. No entanto, em trabalho conduzido com mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke na Região Sul, Matos *et al.* (2009) verificaram que 75% de sombreamento favoreceram o crescimento da parte aérea.

A matéria seca do sistema radicular foi inferior nos substratos terra vegetal + casca de arroz, terra vegetal + areia e terra vegetal + pó de serra fresco no ambiente sombreado (Tabela 4). Nessa condição, a casca de coco e a terra vegetal apresentaram os melhores resultados, que correspondeu, respectivamente, a 1,17 e 1,36 g. As composições terra vegetal + casca de arroz e terra vegetal + areia levaram a resultados que as igualaram ao produto comercial terra vegetal, em pleno sol.

Os menores valores de matéria seca nas raízes crescendo no ambiente sombreado podem ter sido devido à diminuição da quantidade de auxina que é carregada para este órgão em plântulas sombreadas, resultando em redução da formação de raízes laterais e do desenvolvimento da raiz principal (MORELLI; RUBERTI, 2000), levando à redução na massa potencial do sistema radicular.

A parte aérea acumulou menor quantidade de matéria seca no ambiente sombreado, resultado semelhante ao da massa seca do sistema radicular, conforme se verifica no resultado inferior de cinco substratos, com a terra vegetal proporcionando o melhor resultado. A mistura de terra vegetal com areia, a pleno sol, levou a resultados que as igualaram à terra vegetal. É possível observar

Tabela 4 - Valores médios e análise de variância para matéria seca do sistema radicular (MSR g) e parte aérea (MSPA g) de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em função de substratos e sombreamento

Substrato	-----MSR-----		-----MSPA-----	
	Sombra (50%)	Pleno Sol	Sombra (50%)	Pleno Sol
Casca de coco	1,17 Aa	1,17 aB	2,67 aB	2,67 aD
Terra vegetal	1,36 Aa	1,36 aA	3,73 aA	3,73 aB
Casca de coco + casca de arroz	0,96 aB	1,01 aC	2,45 aB	2,28 aD
Casca de coco + areia	0,84 Ab	0,98 aC	2,62 bB	3,12 aC
Casca de coco + pó de serra fresco	1,00 aB	1,17 aB	2,66 aB	3,10 aC
Casca de coco + pó de serra curtido	0,90 aB	0,90 aC	2,82 aB	3,16 aC
Terra vegetal + casca de arroz	0,80 bB	1,38 aA	2,40 bB	3,51 aB
Terra vegetal + areia	1,01 bB	1,46 aA	3,36 bA	4,14 aA
Terra vegetal + pó de serra fresco	0,83 bB	1,06 aC	3,00 bB	3,60 aB
Terra vegetal + pó de serra curtido	0,68 aB	0,79 aC	2,96 bB	3,47 aB
C.V. (%)	14,60		11,03	
Teste F				
Substrato (Su)	11,75**		13,31**	
Sombreamento (So)	24,84**		30,15**	
Interação Su x So	3,51**		2,67*	

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($0,01 \leq p < 0,05$); **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns: não significativo ($p \geq 0,05$)

incremento mais expressivo de matéria seca nas plantas a pleno sol. Silva *et al.* (2006) consideram que a diminuição da massa de matéria seca em baixa luminosidade se deve ao estiolamento e à redução no acúmulo de nutrientes sob condições de baixa irradiância. Entretanto, no presente trabalho não se observou o estiolamento das plântulas em condições de sombreamento, conforme dados de comprimento da parte aérea apresentados na Tabela 3.

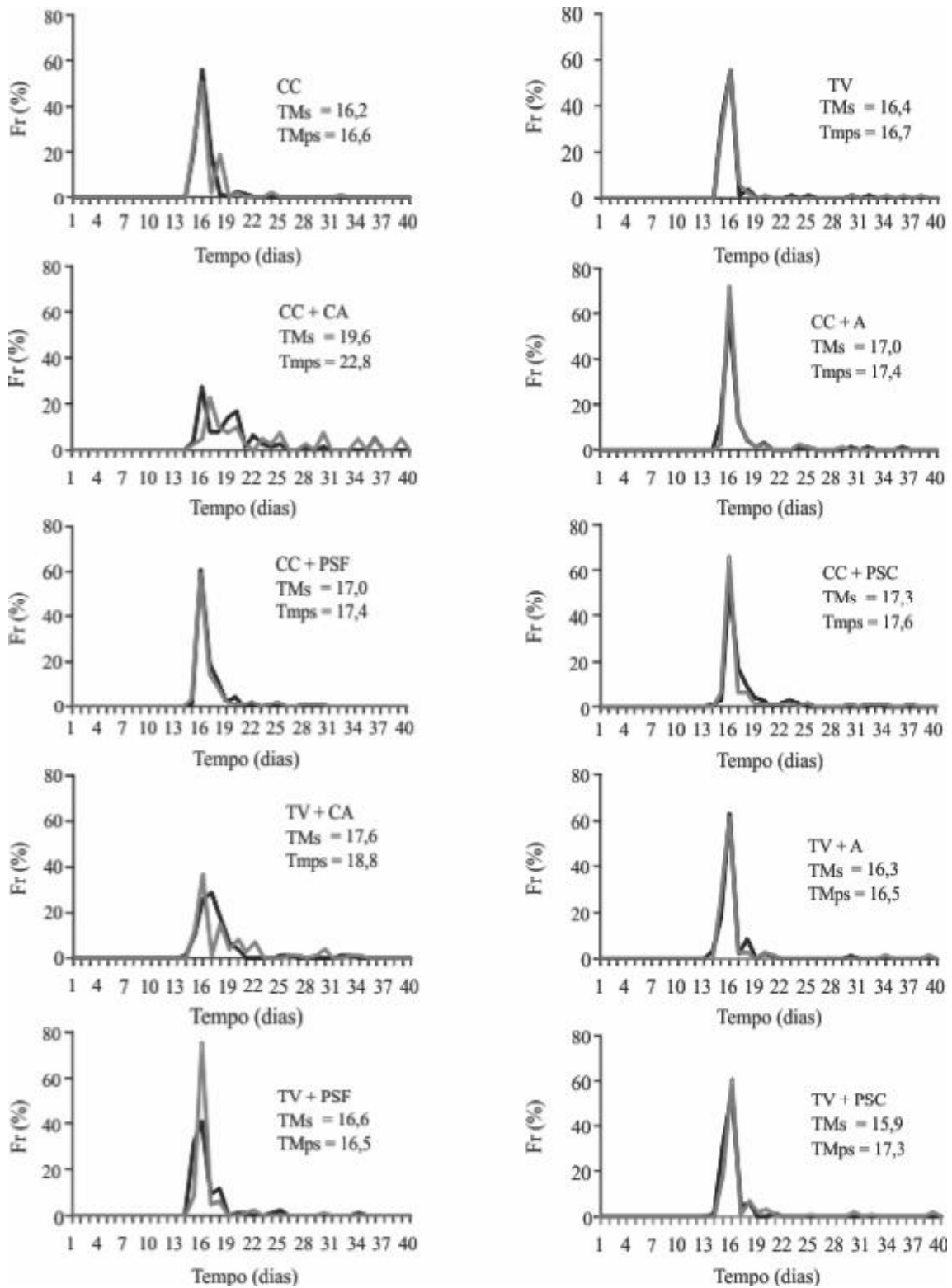
Pelos polígonos da frequência relativa de emergência (Figura 1) observa-se que as plântulas começaram emergir por volta do 13º dia em todos os substratos. Nas condições do ambiente sombreado, os polígonos formados pelos substratos casca de coco + casca de arroz, casca de coco + pó de serra curtido, terra vegetal + casca de arroz e terra vegetal + pó de serra fresco apresentaram deslocamento do tempo médio para a direita, indicando um atraso no processo germinativo. A terra vegetal pura novamente não foi capaz de promover a germinação das sementes e emergência das plântulas de forma mais rápida, semelhante ao verificado na Tabela 1, diferente do que observaram Alves *et al.* (2008) com sementes de *Erythrina velutina* Willd., em que esse substrato descolou o tempo médio para a esquerda. A maior concentração da emergência de plântulas nesse ambiente ocorreu nas composições

casca de coco + areia, casca de coco + pó de serra fresco, casca de coco + pó de serra curtido, terra vegetal + areia, terra vegetal + pó de serra curtido, casca de coco e terra vegetal, com valores próximos a 60%.

No ambiente a pleno sol, o atraso na germinação ocorreu em casca de coco + casca de arroz, terra vegetal + casca de arroz, terra vegetal + pó de serra curtido e casca de coco. Nessa mesma condição ambiental, além da casca de coco + areia e terra vegetal + pó de serra fresco, cuja frequência aproximou-se de 80%, os substratos casca de coco + areia, a casca de coco + pó de serra curtido e terra vegetal + pó de serra fresco permitiram a concentração da germinação nos primeiros 15 dias e apresentaram resultados superiores aos do produto comercial puro.

Na produção de mudas de paricá, a casca de arroz *in natura*, embora seja um subproduto de baixo custo e abundante, deve ser evitado. A areia, mesmo pobre em matéria orgânica (Tabela 1), apresenta potencial de uso por permitir a emergência satisfatória e rápida de plântulas e o bom desenvolvimento do sistema radicular. O pó de serra fresco, apesar de permitir rápida emergência das plântulas e maior crescimento do sistema radicular, deve ser usado com cautela. O pó de serra curtido também apresenta resultados positivos à emergência de plântulas, mas deve

Figura 1 - Polígonos de frequência relativa diária da emergência (Fr %) de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em diferentes substratos sob condições de sombra (—) e a pleno sol (....). (TMs: tempo médio de emergência à sombra; TMps: tempo médio de emergência a pleno sol; CC + CA: casca de coco + casca de arroz; CC + A: casca de coco + areia; CC + PSF: casca de coco + pó de serra fresco; CC + PSC: casca de coco + pó de serra curtido; TV + CA: terra vegetal + casca de arroz; TV + A: terra vegetal + areia; TV + PSF: terra vegetal + pó de serra fresco; TV + PSC: terra vegetal + pó de serra curtido; CC: casca de coco; TV: terra vegetal)



ser usado com cuidado para evitar o comprometimento da parte aérea das mudas. O pó de serra curtido em mistura com substrato comercial mostrou-se igualmente favorável à emergência de plântulas de *Tabebuia ochracea* (Chamb.) Standl. (SANTOS; CAMPOS, 2009).

Considerando a maior facilidade de se estabelecer um viveiro florestal sem necessidade de uma estrutura complexa para proporcionar sombreamento, além da disponibilidade de materiais alternativos na região para serem utilizados em mistura com os produtos comerciais casca de coco e terra vegetal, a areia e o pó de serra curtido podem ser usados para a formação de mudas de paricá, o que proporciona redução de custos ao produtor. No entanto, é fundamental que esses materiais apresentem-se isentos de microrganismos.

CONCLUSÕES

1. Em todos os parâmetros avaliados, os substratos terra vegetal, casca de coco e casca de coco + areia em ambiente com 50% de sombreamento, e terra vegetal, terra vegetal + areia e casca de coco + areia a pleno sol proporcionaram os melhores resultados;
2. A areia e o pó de serra curtido, ambos em mistura com casca de coco, podem ser usados na fase inicial de viveiro, devendo as mudas ser transplantadas para outro substrato ou o campo após 40 dias;
3. A casca de arroz *in natura* não deve ser adotada em mistura para a utilização como substrato.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hill., A. Juss. e Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos.** 2005. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ALMEIDA, S. M. Z. *et al.* Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

ALVES, E. U. *et al.* Substratos para testes de emergência de plântulas e vigor de sementes de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 69-82, 2008.

BRAGA JUNIOR, J. M.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* MART (RHAMNACEAE) em função de substratos. **Revista Árvore**,

v. 34, n. 4, p. 609-616, 2010.

BRASIL. Ministério da agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA, 2009. 365 p.

BURÉS, S. **Sustratos.** Madri: Agrotécnicas, 1997. 342 p.

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.

CHEN, Y.; AVIAD, T. Effects of humic substances on plant growth. In: MACCARTHY, P.; CLAPP, C. E.; MALCOLM, R. L.; BLOOM, P. R. (Eds.) **Humic substances in soil and crop science: Selected Readings.** American Society of Agronomy, Soil Science of America, 1990. p. 161-186.

CORDEIRO, I. M. C. C. *et al.* Germinação *in vitro* de paricá *Schizolobium amazonicum* Huber. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v. 5, n. 27, p. 58-61, 2002.

CUNHA, A. O. *et al.* Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DAPONT, E. C. *et al.* Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.

DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 8, p. 789-796, 1997.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2.ed. In: SANTOS, H. G. **Sistema de classificação de solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

GAZIEL FILHO, A. B. *et al.* Produção de biomassa em quatro procedências de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby no estádio de muda. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 1047-1049, 2007.

GUIMARÃES, M. M. B. *et al.* Produção de muda de mamoneira em substrato contendo diferentes resíduos orgânicos e fertilizante mineral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 2006. CD-ROM.

GRONINGER, J. W. *et al.* Growth and photosynthesis responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. **Tree Physiology**, v. 16, n. 9, p. 773-778, 1996.

HOLT, J. S. Plant response to light: a potential tool for weed management. **Weed Science**, v. 43, p. 474-482, 1995.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes.** Washington: Secretaria da OEA; 1983. 173 p.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.

- MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308 p.
- MATOS, G. D. *et al.* Desenvolvimento de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em substrato orgânico: estudo de caso. **Synergismusscientifica UFTPR**, v. 4, n. 1, 2009.
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M. Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 25, n. 1, p. 29-38, 2001.
- MORELLI, G.; RUBERTI, I. Shade avoidance responses: driving auxin along lateral routes. **Plant Physiology**, v. 122, n. 3, p. 621-626, 2000.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1.2-1.24.
- NEGREIROS, J. R. S. *et al.* Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**, v. 51, n. 294, p. 243-343, 2004.
- ROCHA, M. Q.; COGO, C. M.; OLANDA, R. B. Casca de arroz *in natura* como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1208-1211, 2007.
- ROSA, M. F. *et al.* **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6 p. (Comunicado técnico, 5).
- ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 27-46, 2012.
- SANTOS, E. M.; CAMPOS, R. A. S. Germinação de sementes de ipê-amarelo *Tabebuia ochracea* (Chamb.) Standl. (BIGNONIACEAE) em diferentes substratos. In: JORNADA CIENTÍFICA DA UNEMAT, 2., 2009, Barra do Bugres. **Anais... Barra do Bugres: UNEMAT**, 2009.
- SILVA, M. L. S. *et al.* Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 513-521, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 150-162, 2003.