

## DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas* L.) SUBMETIDAS A DIFERENTES SUBSTRATOS E SOMBREAMENTOS

MARCELO DO NASCIMENTO ARAÚJO<sup>1</sup>; BÁRBARA FRANÇA DANTAS<sup>2</sup>

1 – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA-UEFS; 2 – EMBRAPA SEMIÁRIDO  
dr.marcelo\_araujo@outlook.com; barbara.dantas@embrapa.br

**Resumo -** Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos e níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Os frutos foram colhidos em uma área comercial. Após beneficiamento e assepsia, duas sementes foram semeadas em sacos de polietileno de aproximadamente 3 litros, preenchidos com quatro diferentes substratos. Sendo eles, solo (S); areia (A); S1-A1-NPK (solo + areia, na proporção de 1:1, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato); S1-A2-NPK (solo + areia, na proporção de 1:2, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato); S1-A1-E1 (solo + areia + esterco curtido, na proporção de 1:1:1); S1-A1-E1 NPK (solo + areia + esterco curtido, na proporção de 1:1:1, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato). O experimento foi conduzido em três diferentes intensidades de sombreamento: 0% (a céu aberto), 25% e 75% (em telado, com tela sombrone). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em um esquema fatorial 4 x 3 (quatro substratos x três sombreamentos), perfazendo um total de 12 tratamentos. As plântulas mantidas em sombreamento de 25% apresentaram, em geral, melhores resultados para todas as variáveis avaliadas. Conclui-se que tanto o sombreamento como o substrato interferiram na emergência da espécie.

**Palavras-chave:** Luminosidade. Qualidade Fisiológica. Crescimento.

### I. INTRODUÇÃO

As plantas de *Jatropha curcas* L. são medicinalmente potentes e têm grande capacidade de produção de óleo, sendo esta última a principal justificativa para a exploração comercial dessa cultura. Entre as plantas oleaginosas, o pinhão-manso tem sido destacado como uma planta rústica, perene, adaptável a uma vasta gama de ambientes e condições edafoclimáticas, além de ser tolerante à seca e pouco atacado por pragas e doenças (SATURNINO *et al.*, 2005). É uma planta de origem tropical, produtora de óleo e bem adaptada a diversas regiões do Brasil, que tem sido incentivada nos últimos anos como uma alternativa para fornecimento de matéria-prima para fabricação de biodiesel (TEIXEIRA, 2005).

A lei 11.097 que estabelece a obrigatoriedade do uso de 2% do biodiesel misturado ao óleo mineral veio contribuir para que os estudos com espécies potencialmente interessantes, como o pinhão-manso, fossem acelerados (GOVERNO FEDERAL, 2005). Com a possibilidade do uso do óleo do

pinhão-manso para a produção do biodiesel, têm surgido possibilidades de crescimento das áreas de plantio desta cultura no semiárido nordestino.

A produção de mudas em viveiros, segundo Martins *et al.* (1998), constitui a primeira etapa da atividade florestal e pode ser feita por meio da propagação por sementes ou vegetativa. Para a produção de mudas, é essencial um estudo das potencialidades das espécies nativas na recuperação de ambientes com algum tipo de perturbação, baseando-se em parâmetros técnicos consistentes e bem elaborados. Para tanto, a muda deve ser de excelente qualidade, resultando em um produto livre de patógenos e que se estabeleça eficientemente após o plantio (ALMEIDA, 2004; SCREMIN-DIAS, 2006).

Portanto, a produção em quantidade, é uma das etapas mais importantes no estabelecimento de povoamentos vegetais (CALDEIRA *et al.*, 2000), quando se produz mudas pelo método sexuado, o cuidado com a qualidade das sementes é indispensável. O baixo vigor das sementes eleva os custos de produção, pois aumenta a quantidade a ser utilizada, além de diminuir o vigor das mudas.

O sistema de produção de mudas de espécies florestais tem se mostrado uma atividade fundamental no processo produtivo, para o qual devem ser destinados cuidados na germinação, na redução de choques de transplante e no procedimento de condução das mudas, visando um melhor aproveitamento de seu potencial (MUNIZ *et al.* 2007).

Substrato é o meio em que as raízes proliferam-se, para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e nutrientes. As características do substrato são resultantes da interação, ao longo de décadas, de forças climáticas e de organismos vivos que atuam sobre o material de origem. Todos os elementos essenciais absorvidos são derivados dos componentes minerais e orgânicos do substrato. Qualquer distúrbio ao crescimento das raízes restringe suas funções, por carência de translocação de carboidratos, interferindo no desenvolvimento da parte aérea das mudas (PRADO, 2008).

Uma análise do substrato deve ser feita para determinar que um substrato possa desempenhar melhor a sua função, é importante que antes da sua utilização sejam observadas as propriedades físicas, a sua capacidade química, sua condição

biológica, acidez, salinidade, alcalinidade, toxicidade, além da capacidade de suporte da muda (MINAMI, 2000).

Os substratos utilizados apresentam grande influência na germinação, pois fatores como aeração, estrutura capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (POPINIGIS, 1985).

O efeito da intensidade luminosa sobre a germinação de sementes, o crescimento e a sobrevivência de plântulas variam entre espécies. A taxa de emergência de plântulas, pode ser semelhante entre áreas sombreadas e em pleno sol (MOTA *et al.* 2012), variar entre diferentes graus de sombreamento (MORRIS *et al.*, 2000) ou ser homogeneousmente superior em diferentes condições de sombreamento quando comparada com a germinação em pleno sol (McLAREN e McDONALD, 2003).

Considerando a importância da intensidade de luz e escolha do substrato na qualidade de mudas, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos e níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

## II. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro a abril de 2010 em telados e no Laboratório de Analises de Sementes da Embrapa Semiárido (LASESA), Petrolina-PE.

Os frutos de pinhão-manso foram colhidos no ano de 2008 na área pertencente à Fazenda Gabriela, localizada à latitude 9°2'59" E e longitude 39°58'43" W em Santa Maria da Boa Vista-PE, que é caracterizado por um clima semiárido, com temperaturas máxima, média e mínima anuais de 31,7 °C, 26,8 °C e 20,8 °C, respectivamente. A precipitação média anual da região é de 567,0 mm, com período chuvoso de novembro a março (TEIXEIRA, 2001). Essa região está classificada como "BSwh", correspondendo a uma região climática árida (TEIXEIRA e SILVA, 1999). As sementes colhidas foram beneficiadas no LASESA e acondicionadas em papel e temperatura ambiente até a semeadura.

Duas sementes foram semeadas em cada recipiente, tipo saco de polietileno de volume aproximado de 3 Litros, preenchidos com quatro diferentes substratos, sendo eles, solo (S); areia (A); S1-A1-NPK (solo + areia, na proporção de 1:1, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato); S1-A2-NPK (solo + areia, na proporção de 1:2, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato); S1-A1-E1 (solo + areia + esterco curtido, na proporção de 1:1:1); S1-A1-E1-NPK (solo + areia + esterco curtido, na proporção de 1:1:1, com 5 g de NPK 6:24:12 por litro de substrato). Foram coletadas amostras dos substratos e submetidas à análise química no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Embrapa Semiárido (tabela 1). Os substratos em que foi utilizado adubo foram enriquecidos com

uma adubação padrão de 5 g de 6-24-12/kg de substrato segundo Yamanishi (2004).

Os recipientes foram mantidos em três diferentes intensidades de sombreamento, em céu aberto (0% de sombreamento) e em telados tipo sombrite de 25% e 75% de sombreamento.

Foram utilizadas 10 mudas (repetições) por tratamento, em um Delineamento em Blocos Casualizado (DBC), com esquema fatorial de 3x4 (três sombreamentos e quatro substratos).

A emergência das plântulas foi acompanhada diariamente até o estabelecimento do estande, aproximadamente até o 20º dia. A partir dos dados obtidos foram avaliados porcentagem de emergência total, (E%); tempo médio de emergência, (TME) (LABOURIAU, 1983; SANTANA; RANAL, 2004); índice de velocidade de emergência, (IVE) (MAGUIRE, 1962; SANTANA; RANAL, 2004) e velocidade de emergência, (VE) (LABOURIAU, 1970; SANTANA; RANAL, 2004).

Aos 21 e 77 dias após a semeadura (DAS) as mudas foram separadas em parte aérea e folhas para o desbaste do 21º dia e em raiz, parte aérea e folhas para a avaliação final. Foi obtida a altura das mudas (cm) com uso de régua graduada; área foliar (cm<sup>2</sup>) em medidor modelo LI3100; número de folhas; índice relativo de clorofila das folhas (SPAD); diâmetro da parte aérea (mm) aferido com uso de paquímetro digital e foi pesado à massa de matéria seca das folhas e parte aéreas (caule + folha + pecíolo) MSF, MSPA respectivamente. O material foi levado para estufa a 65°C e, após atingirem o peso constante.

A partir dos dados obtidos nas duas avaliações aos 21 e 77 dias, foram obtidos taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF) e peso específico da folha (PEF) de acordo com Benincasa (2003).

A análise de variância foi feita pelo programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% para as variáveis MSC1, MSR, MSF2 AF2, RAF2, AFE1, AFE2, PEF1, PEF2 e DC, os dados obtidos foram transformados para raiz quadrada de X + 0,5 visando atingir a normalidade.

## III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plântulas mantidas em sombreamento de 25%, tabela 2, apresentaram em geral melhores valores para todas as variáveis avaliadas. Segundo Rodrigues *et al.* (2007), quanto menor o tempo médio de emergência, mais vigorosa é a plântula. Trabalhando com o angico (*Anadenanthera colubrina* L.), os mesmos autores deduziram que a rapidez na emergência é uma estratégia para que a planta se estabeleça no ambiente o mais rápido possível. Os substratos S1-A1-E1 e S1-A1-E1-NPK apresentaram em geral menores valores para as variáveis

Tabela 1 - Análise química dos substratos avaliados de pinhão-manso submetido a diferentes sombreamentos e substratos.

SUBSTRATO	DETERMINAÇÕES												
	MO g/kg	pH	C.E. dS/m	P mg/dm <sup>3</sup>	K	Ca	Mg	Na	Al cmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup>	H+Al	S <sub>(bases)</sub>	CTC	V %
S1-A1-NPK	4,45	5,2	3,77	189	0,67	4,0	4,5	0,09	0,2	2,64	9,26	11,9	78
S1-A2-NPK	4,24	5,6	6,76	365	0,93	3,4	5,0	0,12	0,3	3,63	9,45	13,08	72
S1-A1-E1	37,24	7,9	8,17	463	5,6	6,6	5,4	0,83	0,2	0,82	18,43	19,25	96
S1-A1-E1-NPK	25,45	7,5	9,79	1043	7,1	6,7	6,8	0,98	0,2	2,31	21,58	23,89	90

MO = Matéria Orgânica; C.E = Condutividade Elétrica; S(base) = Soma de Base; CTC = Capacidade de Troca de Cátions; V- Saturação por base.

avaliadas. Provavelmente devido à alta condutividade elétrica apresentado nesses substratos demonstrado na tabela 1, onde são exibidos os resultados da análise dos substratos utilizados. Verificou-se que os substratos com maiores teores de matéria orgânica S1-A1-E1 e S1-A1-E1-NPK, apresentaram altos valores de S(bases), CTC e V, no entanto apresentaram também altos valores de pH, Na, e CE ocasionando efeito negativo sobre os substratos.

A alta CE do substrato influenciou também no trabalho de Vale *et al.* (2006) que, estudando o estresse salino em mudas de pinhão-manso, afirmaram que as plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,06 a 4,2 dS.m<sup>-1</sup>, apresentaram redução da altura da planta, do diâmetro da parte aérea, do número de folhas, sugerindo então, que as mesmas não podem ser cultivadas em solos salinos. Contrariamente, Andréo-Souza *et al.* (2010), trabalhando com concentrações de sal que proporcionassem condutividades elétricas de 2, 4 e 6 dS.m<sup>-1</sup>, em dois lotes de sementes de pinhão-manso, concluíram o favorecimento no desenvolvimento inicial dessas plântulas.

Para a massa seca da parte aérea (MSPA) as mudas de pinhão-manso apresentaram maiores valores para 75% de sombreamento em comparação ao pleno sol aos 21 DAS (tabela 3). Entre os substratos, as mudas que apresentaram melhores desempenhos foram as que se desenvolveram em S1-A1-NPK, S1-A2-NPK e S1-A1-E1. Scaloni *et al.* (2003) e Ortega *et al.* (2006) verificaram que as mudas de castanha-do-maranhão (*Bombacopsis glabra*) e araçazeiro (*Psidium cattleianum*), respectivamente, crescidas em pleno sol apresentaram maior massa seca da parte aérea em relação a de outras que mantiveram-se sombreadas.

No entanto, Pinto e Varela (1993) analisando o comportamento de mudas de louro-pirarucu (*Licaria*

*canella*), constataram que as mesmas quando produzidas a 50% de sombreamento apresentaram maiores valores para MS da parte aérea, quando comparadas com as produzidas a céu aberto. As mudas que permaneceram por um tempo de 77 DAS não obtiveram diferença significativamente nas médias para o MSPA nos sombreamentos e substratos, apenas as que se desenvolveram no substrato S1-A1-NPK obtiveram melhor desempenho para o sombreamento de 75% e em pleno sol em comparação ao sombreamento de 25%.

Tabela 2 - Porcentagem de emergência (E), tempo médio de emergência (TME), índice de velocidade de emergência (IVE) e velocidade de emergência (VE) de plântulas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos.

Sombreamento (%)	E (%)	TME (dias)	IVE (pl.dia <sup>-1</sup> )	VE (pl.dia <sup>-1</sup> )
0	70.42 A	12.88 A	1.25 A	0.08 B
25	73.33 A	10.72 B	1.54 A	0.10 A
75	72.08 A	13.21 A	1.27 A	0.08 B
<b>Substrato</b>				
S1-A1-NPK	80.55 A	10.28 C	1.68 A	1.10 A
S1-A2-NPK	78.89 A	9.96 C	1.71 A	1.10 A
S1-A1-E1	76.11 A	12.79 B	1.28 B	0.08 B
S1-A1-E1-NPK	52.22 B	16.41 A	0.73 C	0.06 C

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A massa seca das folhas (MSF) das plântulas aos 21DAS mantidas sombreadas foi superior em relação a pleno sol (tabela 4). Assim como na variável MSPA (tabela 3), mudas de pinhão-manso desenvolvidas com o substrato S1-A2-NPK apresentaram a maior MSF em qualquer nível de sombreamento analisado aos 21 DAS. Aos 77 DAS, para o sombreamento houve diferença significativa entre as mudas mantidas sombreadas em relação às mudas mantidas sem sombreamento (tabela 4).

Tabela 3 - Massa seca da parte aérea (g) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

Substrato	MSPA 21DAS				MSPA 77DAS			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	0.430	0.542	0.534	0.502 AB	11.099 abA	9.142 bA	16.602 aA	12.281
S1-A2-NPK	0.370	0.697	0.900	0.657 A	11.048 aA	11.393 aA	14.806 aA	12.416
S1-A1-E1	0.410	0.395	0.712	0.506 AB	14.943 aA	15.337 aA	14.943 aA	15.728
S1-A1-E1 NPK	0.352	0.431	0.360	0.382 B	11.207 aA	13.034 aA	11.207 aA	12.630
Média	0.391 b	0.516 ab	0.627 a		12.074	12.227	12.074	
C.V.	47.90				34.55			

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Massa seca das folhas (g) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

Substrato	MSF 21DAS				MSF 77DAS			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	0.157	0.362	0.389	0.302 AB	1.952	2.381	2.176	2.170 A
S1-A2-NPK	0.250	0.470	0.645	0.455 A	2.128	2.149	2.194	2.157 A
S1-A1-E1	0.303	0.234	0.485	0.341 AB	2.384	2.450	2.360	2.398 A
S1-A1-E1 NPK	0.212	0.293	0.203	0.236 B	2.253	2.349	2.173	2.258 A
Média	0.230 b	0.339 ab	0.430 a		2.180 b	2.332 a	2.226 ab	
C.V.	57.97				7.55			

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A área foliar das plântulas de pinhão-manso de 21 DAS, mantidas sombreadas, apresentaram maiores valores em comparação com as que se desenvolveram em pleno sol (tabela 5). O substrato S1-A1-E1-NPK propiciou às mudas de 21 DAS os menores valores de AF em relação aos demais substratos, por outro lado a AF das mudas com 77 DAS foi semelhante estatisticamente nos diferentes substratos e sombreamentos. Segundo Campos e Uchida (2002), o

Para a altura ocorreu um aumento significativo da mudas mantidas sombreadas em relação às que permaneceram em céu aberto (tabela 6). Isto mostra que houve um estiolamento das mudas mantidas sombreadas, que é caracterizado por alterações fisiológicas causadas pela ausência de luz (BIASI, 1996).

O aumento em altura nas plantas que se desenvolvem em áreas sombreadas é considerado uma resposta

Tabela 5 - Área foliar (AF) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

Substrato	AF 21 (cm <sup>2</sup> )				AF 77 (cm <sup>2</sup> )			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	32.142	119.698	128.826	93.555 AB	1.295.379	1.192.270	1.827.265	1.438.305 A
S1-A2-NPK	66.488	140.874	203.428	136.931 A	1.370.967	1.384.979	1.570.967	1.446.392 A
S1-A1-E1	66.256	66.986	137.660	90.301 AB	1.484.309	1.663.664	1.806.660	1.651.544 A
S1-A1-E1 NPK	39.340	84.416	40.606	54.787 B	1.373.761	1.556.371	3.378.987	2.103.040 A
Média	51.056 b	102.994 a	127.630 a		1.373.761 a	1.449.321 a	2.145.970 a	
C.V.	61.07					30.31		

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

aumento da área foliar como resposta dos indivíduos submetidos ao maior sombreamento talvez seja uma maneira de compensar a redução da luminosidade. A determinação da área foliar é importante na identificação de processos fisiológicos relativos ao crescimento e ao desenvolvimento, como intensidade de transpiração, taxa assimilatória líquida, índice de área foliar e outros (CAMPOS e UCHIDA, 2002).

Na tabela 6, o numero de folhas as plantas mantidas

morfogênica típica (SMITH e WHITELAM, 1990), pois nessas condições, em geral, ocorre uma alocação rápida de assimilados para a parte aérea o que permite à planta ultrapassar a vegetação ao seu redor e expor de maneira mais favorável a sua superfície fotossintetizante à luz (ENGEL e POGGIANI, 1990). Para Scalon *et al.* (2003), o rápido crescimento em altura de mudas sombreadas é um mecanismo de adaptação das plantas. Scalon *et al.* (2002)

Tabela 6 - Altura (cm), Número de folhas (NF), Diâmetro do colo (DC) e Índice Relativo de Clorofila (IRC) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos.

Substrato	Altura (cm)				NF			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	6.451 bA	17.274 aA	17.844 aB	13.856	2.333 bB	5.667 aA	6.000 aA	4.667
S1-A2-NPK	10.410 bA	14.609 abA	17.051 aAB	14.023	5.667 aA	5.000 aA	6.000 aA	5.555
S1-A1-E1	9.246 bA	18.208 aA	19.788 aA	15.747	5.667 aA	7.333 aA	8.000 aA	7.000
S1-A1-E1 NPK	7.074 bA	12.932 abA	13.217 aB	11.074	4.333 aAB	5.667 aA	5.667 aA	5.222
Média	8.295	15.756	16.975		4.500	5.917	6.417	
C.V.	21.21				23.39			
Substrato	DC (mm)				IRC (SPAD)			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	4.027	8.347	9.277	7.217 A	11.215 bB	29.470 aA	31.434 aA	24.095
S1-A2-NPK	6.414	7.474	8.601	7.496 A	23.880 aA	27.087 aA	30.867 aA	27.278
S1-A1-E1	6.546	7.762	8.801	7.703 A	25.527 aA	27.835 aA	29.084 aA	27.482
S1-A1-E1 NPK	4.655	27.762	6.592	13.003 A	20.247 aAB	21.350 aA	27.972 aA	23.190
Média	5.410 a	12.836 a	8.318 a		20.217	26.435	29.839	
C.V.	34.47				9.91			

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 7 - Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR) e Taxa de assimilação líquida (TAL) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

Substrato	TCA (mg.dia <sup>-1</sup> )				TCR (mg.mg <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	167.110	132.954	199.941	166.668 B	9.055	8.855	9.224	9.045 B
S1-A2-NPK	173.153	162.593	166.593	167.446 B	9.102	9.067	9.058	9.076 B
S1-A1-E1	238.607	249.293	265.236	251.045 A	9.422	9.464	9.512	9.466 A
S1-A1-E1 NPK	170.504	198.082	218.139	195.575 B	9.094	9.220	9.329	9.215 B
Média	187.343 a	185.730 a	212.477 a		9.168 a	9.151 a	9.280 a	
C.V.	18.54				2.03			

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

sombreadas foi maior em relação às plantas que se desenvolveram em pleno sol. Para o substrato, as plantas desenvolvidas em S1-A2-NPK e S1-A1-E1 apresentaram maior número de folhas. Para Ramos *et al.* (2003) trabalhando com *Amburana cearensis* em substrato solo de cerrado, as mudas apresentaram melhor desenvolvimento com sombreamento 70%.

defendem que tal estratégia é uma forma de escape ao déficit de luz, pois não são capazes de tolerar baixas intensidades luminosas através dos reajustes de taxas metabólicas, em relação aos menores valores médios demonstrados a pleno sol.

Os substratos e os sombreamentos utilizados não propiciaram diferenças estatísticas às mudas de pinhão-manso quanto ao o diâmetro do colo (tabela 6). As plantas

de pinhão-manso mantidas sombreadas apresentaram IRC significativamente maiores que aquelas sem sombreamento. Assim, quanto maior o nível de sombreamento, maior o IRC. De fato, Boardmann (1977) afirmou que folhas que se desenvolvem em ambiente de sombra apresentam maior concentração de clorofila que aquelas que se desenvolvem a pleno sol. Uma explicação para esse comportamento é que as plantas que cresceram sob baixas radiações apresentam maior desenvolvimento de grana; logo, ocorre aumento relativamente maior da clorofila b. Assim, essa maior proporção relativa de clorofila b pode ser vantajosa sob sombreamento, pois permite maior eficiência de absorção de luz menos intensa, o que garante a taxa fotossintética e o acúmulo de biomassa (WHATLEY e WHATLEY, 1982).

A1-E1-NPK mais não foi suficiente para aumentar as TCA e TCR. Assim, as plantas que se desenvolveram em pleno sol apresentaram folhas menores, porém mais grossas que as plantas mantidas sombreadas.

Segundo Benincasa (2003), a razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO<sub>2</sub> e a massa seca total, resultado da fotossíntese, sendo esse um componente morfofisiológico. Desse modo, com o crescimento da planta aumenta a interferência das folhas superiores sobre as inferiores, diminuindo a área foliar útil. Os menores valores de RAF, portanto, indicam maior eficiência das folhas em produção de biomassa. Para o pinhão-manso, à medida que foi maior o nível de sombreamento a que as mudas foram submetidas,

Tabela 8 - Razão de Área foliar (RAF) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

Substrato	RAF 21** (dm <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )				RAF 77** (dm <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	0.094 bA	0.210 abA	0.455 aA	0.253	0.131	0.155	0.156	0.147 A
S1-A2-NPK	0.170 bA	0.280 bA	0.739 aA	0.396	0.134	0.191	0.130	0.152 A
S1-A1-E1	0.158 bA	0.133 bA	0.546 aA	0.279	0.116	0.177	0.158	0.150 A
S1-A1-E1 NPK	0.086 aA	0.245 aA	0.099 aB	0.143	0.146	0.118	0.482	0.249 A
Média	0.127	0.217	0.460		0.132 a	0.160 a	0.232 a	
C.V.	71.24				11.15			

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. \*\*Dias

Tabela 9 - Área foliar Específica (AFE) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

Substrato	AFE 21** (dm <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )				AFE 77** (dm <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	0.094 bA	0.210 abA	0.455 aA	0.253	0.131	0.155	0.156	0.147 A
S1-A2-NPK	0.170 bA	0.280 bA	0.739 aA	0.396	0.134	0.191	0.130	0.152 A
S1-A1-E1	0.158 bA	0.133 bA	0.546 aA	0.279	0.116	0.177	0.158	0.150 A
S1-A1-E1 NPK	0.086 aA	0.245 aA	0.099 aB	0.143	0.146	0.118	0.482	0.249 A
Média	0.127	0.217	0.460		0.132 a	0.160 a	0.232 a	
C.V.	71.24				11.15			

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. \*\*Dias

Tabela 10 - Razão de peso foliar (RPF) de mudas de pinhão-manso submetidas a diferentes sombreamentos e substratos em dois intervalos de tempo.

Substrato	RPF 21** (mg.mg <sup>-1</sup> )				RPF 77** (mg.mg <sup>-1</sup> )			
	Sombreamento (%)				Sombreamento (%)			
	0	25	75	Média	0	25	75	Média
S1-A1-NPK	0.526 aA	0.648 aA	0.361 aAB	0.845	0.571 aA	0.549aBC	0.605 aAB	0.575
S1-A2-NPK	0.632 bA	0.938 bA	2.345 aA	1.305	0.575 abA	0.705 aAB	0.483 bB	0.587
S1-A1-E1	0.715 bA	0.462 bA	1.835 aA	1.004	0.518 bA	0.775 aA	0.697 abAB	0.663
S1-A1-E1 NPK	0.516 aA	0.826 aA	0.562 aB	0.634	0.580 abA	0.452 bC	0.720 aA	0.584
Média	0.597	0.718	1.526		0.561	0.620	0.626	
C.V.	64.06				21.99			

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. \*\*Dias

Para taxa de crescimento absoluto (TCA) que representa a variação de crescimento da planta, num determinado intervalo de tempo e para (TCR) que representa a variação de crescimento da planta, num determinado intervalo de tempo, levando-se em consideração os valores preexistentes, anteriores a cada variação (CAIRO *et al.*, 2008). As mudas que se desenvolveram no substrato S1-A1-E1 apresentaram maior TCA e TCR sob sombreamento de 75%. (tabela 7).

A taxa assimilatória líquida (TAL) expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida por unidade de área foliar. Dessa forma, a TAL indica a eficiência das folhas para produção de biomassa (BENINCASA, 2003). A TAL das mudas de pinhão-manso apresentou diferença estatística entre os sombreamentos e substratos analisados, com maiores valores para as mudas que se desenvolveram em pleno sol e com o substrato S1-

mais baixo foi o valor da RAF para as duas datas, no entanto, não foi suficiente para o aumento do crescimento das mudas. Na RAF21, obtida aos 21DAS, as mudas em média apresentaram diferença significativa, sendo que, as plantas submetidas ao sombreamento 75% obtiveram melhores valores em relação às plantas desenvolvidas em pleno sol e 25% de luminosidade. O substrato S1-A1-E1-NPK obteve melhor resultado em relação aos demais substratos (tabela 8).

Para RAF77, observa-se que não houve diferença significativa entre médias, o substrato S1-A1-E1-NPK diferenciou estatisticamente nos níveis de luminosidade, alcançando melhores resultados para 0% e 25% de sombreamento (tabela 8). Ferreira *et al.* (1977), realizando estudos com mudas de Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), também observaram que a razão de área foliar

obteve maiores valores sob 70% de sombreamento que em relação aos demais níveis de luminosidade.

A área foliar específica (AFE) é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa, componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número e tamanho) das células do mesófilo. Infere-se daí que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas (BENINCASA, 2003). Ferreira (1996) relatou que decréscimos na AFE indicam aumento na espessura da folha resultante do aumento do tamanho e do número de células nas plantas. A AFE das mudas de pinhão-manso apresentou valores estatisticamente semelhantes nas médias para o sombreamento e substrato nas duas datas de avaliação (tabela 9).

A Razão de Peso Foliar (RPF), encontrada na tabela 10, permite detectar a translocação e a partição de assimilados para as folhas em relação à matéria seca da planta toda (SCOTT e BATCHELOR, 1979). Esses resultados demonstram que as mudas de 21 DAS diferiram estatisticamente entre si para o sombreamento e substrato, obtendo maiores valores para as plantas desenvolvidas a 75% e nos substratos S1-A2-NPK e S1-A1-E1, as mudas de 77 DAS, foi observado que os valores nas medias decrescem durante o crescimento da planta em relação as mudas de 21 DAS, com maiores valores em média para o sombreamento de 25% e com os substratos S1-A2-NPK e S1-A1-E1. De acordo com Melges *et al.* (1989), à medida que a planta envelhece, ocorre decréscimo na razão de peso foliar. Esses resultados mostraram-se semelhantes aos obtidos de Brighenti *et al.* (2001) trabalhando com amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) em que os autores verificaram uma redução nos valores da RPF à medida em que as plantas envelheceram.

Os dados apresentados nesse trabalho indicam que as plantas de pinhão-manso obtiveram diferentes respostas aos tratamentos impostos. Tanto o sombreamento como o substrato interferiram no desenvolvimento inicial da espécie e mostrou que para a emergência apenas o substrato S1-A1-E1-NPK dos quatro impostos obteve menor valor, indicando alta adaptação da espécie a diferentes substratos. Para a altura das mudas, as plantas de pinhão-manso obtiveram melhores resultados mantidas sobreadas assim como o substrato S1-A1-NPK na variável NF. Demuner *et al.* (2004) trabalhando com pau d'alho (*Gallesia intergrifolia*) sugerem que a espécie é intolerante à luz do sol direta possuindo capacidade limitada para competir em grandes clareiras e tem melhor desenvolvimento em sombreamento.

Com base no seu desenvolvimento inicial, as análises de crescimento das plantas de *Jatropha curcas*, indicam que a planta obteve maior ritmo de crescimento com o substrato S1-A1-E1 em qualquer nível de luminosidade, demonstrado nas variáveis TCA e TCR. As mudas mantidas sem sombreamento apresentaram um maior incremento de matéria seca por unidade de massa foliar demonstrando alto valor para TAL. Resultados semelhantes foram observados por Lima *et al.* (2008) trabalhando com mudas de jucá (*Caesalpinia ferrea*) que relataram que sob condições de maior luminosidade, ou seja, a pleno sol, apresentaram maior taxa assimilatória líquida. O primeiro ajustamento fisiológico, que ocorre com o aumento da TAL, reflete a capacidade da espécie em adequar seu aparelho fotossintético ao aumento da luminosidade.

#### IV. CONCLUSÃO

Conclui-se que o sombreamento assim como o substrato, influenciam no crescimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.);

As melhores condições para melhor desenvolvimento de pinhão-manso são o substrato solo + areia + esterco, na proporção de 1:1:1 e sombreamento de 25%.

#### V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.P. *et al.* Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.
- ANDRÉO-SOUZA, Y.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; RIEBEIRO-REIS, R. C.; EVANGELISTA, M. R. V.; CASTRO, R. D.; DANTAS, B. F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. Revista Brasileira de Sementes, vol. 32, nº 2 p. 083-092, 2010.
- BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. 2<sup>a</sup> ed. Jaboticabal: FUNEP: il., 41p. 2003.
- BIASI, L.A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. Ciência Rural, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 309-315, 1996.
- BOARDMANN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Annual Review of Plant Physiology, v.28, p.358-377, 1977.
- BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; ADEGAS, F. S.; VAL, W. M. C. Análise de crescimento de biótipos de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*) resistente e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.19, n.1, p.51-59, 2001.
- CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; MESQUITA, A. C. Análise de Crescimento de Plantas, Vitória da conquista, Edições Uesb, p. 29-43, 2008.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, M. Crescimento de mudas de *Acacia meamisii* l. em função de diferentes doses de vermicomposto. scientia florestalis, São Paulo, n.57, p.161-170, 2000.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. Pesquisa agropecuária brasileira 37(3): 281-288, 2002.
- DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; DAGUSTINO, D. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia intergrifolia* (Spreng.) Harms. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (n. ser.) 17:45 – 55, julho de 2004.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. IPEF 43/44: 1-10, 1990.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.
- FERREIRA, E. Ajustamento osmótico e análise de crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), em função do nível de potássio e estresse hídrico. 1996. FOLHAS. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

- FERREIRA, M. G. M. *et al.* Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Árvore*, v. 1, n. 2, p. 121-134, 1977.
- GOVERNO FEDERAL, 2005. LEI 11.097. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/lei/l11097.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/lei/l11097.htm)>. acesso em: 25 MAI. 2010.
- LABOURIAU L. G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm. I. Anais da Academia Brasileira de Ciências, n. 42, p.235-262, 1970.
- LABOURIAU, L. G. A germinação das sementes. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Série de Biologia. Monografia 24.1983.
- LIMA, J. D.; SILVA, B. M. da S.; MORAES, W. da S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Acta amazônica*, vol. 38(1) 5 – 10, 2008.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigour. *Crop Science*. Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARTINS, C.C; MACHADO, C.G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-manso. *Ciências e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.3, p.863-868, maio/jun. 2008.
- MCLAREN, K.P.; MCDONALD, M.A. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. *Forest Ecology and Management*, v. 183, p. 61-75, 2003.
- MELGES, E.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. Crescimento e conversão de energia solar em soja cultivada sob quatro níveis de radiação solar. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.24, n.9, p.1065-1072, 1989.
- MINAMI, K. Adubação em substrato. In KAMPF, A. N. e FERMINO, M. H. Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. p.147-152.
- MORRIS, M.H.; PATRICIA NEGREROSCASTILLO, P.; MIZE, C. Sowing date, shade, and irrigation affect big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). *Forest Ecology and Management*, v. 132, p. 173-181, 2000.
- MOTA, L. H. de S.; SCALON, S. de P. Q. HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, jul.-set., 2012.
- MUNIZ, M.F.B.; SILVA, L.P.; BLUME, E. Influência da assepsia e do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, nº 1, p.140-146, 2007.
- ORTEGA, A. R.; ALMEIDA, L. S. DE; MAIA, N. DA; ÂNGELO, A. C. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Cerne*, Lavras, v. 12, n. 3, p. 300-308, jul./set. 2006.
- PINTO, A. M.; VARELA, V. P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro pirarucu (*Licaria canella*) Meissn. Kosterm. In: Congresso Florestal Brasileiro. Trabalhos voluntários e pôsteres. Curitiba: Soc. Bras. Silvic./Soc. Brás. Eng. Florestais, p.762.v.2 (Resumo), 1993.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 1985. 285p.
- PRADO, R.M. Nutrição de plantas, São Paulo: Editora Unesp, 407p, 2008.
- RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SOUSA-SILVA, J. C.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemao) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. *Acta bot. bras.* 18(2): 351-358. 2004.
- RODRIGUES, A. C. DA C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. DE O. D.; RIOS, A. P. S. Efeito do substrato e luminosidade na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae, Mimosoideae). *Revista Árvore*, mar./abr., vol.31, no.2, p.187-193, 2007.
- SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. Análise da germinação: um enfoque estatístico. Brasília: Editora UnB, 2004.
- SATURNINO, H. M. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). *Inf. Agropec.*, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- SCALON, S. DE P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON F., H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. *Revista Árvore*, vol.27, no.6, p.753-758, nov./dez. 2003.
- SCALON, S. 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*, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.
- SCOTT, H.D.; BATCHELOR, J.T. Dry weight and leaf area production rates of irrigated determinate soybeans. *Agron. J.*, v.71, p.776-782, 1979.
- SCREMIN-DIAS, Edna *et al.* (Org.). Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual. Campo Grande: UFMS, 2006
- SMITH, H.; WHITELAM, G. C. Phytochrome. A family of photoreceptors with multiple physiological roles. *Plant Cell Environment* 13: 695-707, 1990.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; SILVA, B. B. da. Balanço hídrico seriado de Petrolina – PE. In: International Rainwater Catchment Systems Conference, 9: 1999, Petrolina-PE. Proceedings... Petrolina-PE: Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva, 1999.
- TEIXEIRA, A.H.C. Informações agrometeorológicas do Pólo Petrolina-PE/ Juazeiro-BA. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 48, 2001.
- TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. *Inf. Agropec.*, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.
- VALE, L. S.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Efeito da salinidade da água sobre o pinhão-manso. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. Anais... Brasília: IBPS, p. 87-90, 2006.
- WHATLEY, J. M; WHATLEY, F. R. A luz e a vida das plantas. São Paulo: EDUSP, p.102, 1982.
- YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; FILHO, J. A. M.; VALONE, G. DE V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, SP: v. 26, n. 2, p. 276-279, Agosto, 2004.

## VI. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.