

CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLOGICA DE POPULAÇÕES DE PINHÃO MANSO

Larissa Pacheco Borges¹, Mariana Siqueira do Carmo¹, Hilton Dion Torres Júnior¹,
Ricardo Pires Ribeiro², Vanessa do Rosário Rosa², Fábio Santos Matos³

Resumo: O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta de grande valor econômico, sobretudo por suas sementes constituírem matéria-prima para a produção de biodiesel. O alto teor de óleo tem contribuído para o aumento da exploração comercial desta cultura. Apesar de muito pesquisada, a planta de pinhão manso carece de elucidação científica, pois pouco se conhece sobre a bioquímica e a fisiologia da espécie. O presente trabalho teve como objetivo identificar variabilidade morfofisiológica em populações de *Jatropha curcas* L. para fomentar programas de melhoramento de plantas. O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, seguindo o delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. As mudas de populações de *Jatropha curcas* encontradas naturalmente em Goiás, Minas Gerais, Rondônia, Pernambuco e Maranhão foram plantadas em campo no mês de novembro de 2012 no espaçamento de 4 x 2 m. As análises ocorreram aos cinco meses após plantio definitivo em campo. Dentre as variáveis analisadas, a densidade estomática foi a que apresentou maior variação entre as populações de plantas estudadas. As plantas encontradas naturalmente em Rondônia foram as que apresentaram maior variabilidade. A identificação de estômatos em ambas as faces das folhas de pinhão manso indica que a espécie é anfiestomática. A significativa variabilidade na densidade estomática e outras variáveis relatadas apontam para a necessidade de caracterização de maior número de populações para fomentar programas de melhoramento genético de plantas de pinhão manso.

PALAVRAS CHAVE: Diversidade, Melhoramento vegetal, *Jatropha curcas*.

¹Mestres em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ipameri.

² Engenheiros agrônomos, Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ipameri.

³ Prof. Doutor, Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ipameri.

MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *JATROPHA CURCAS* L. POPULATION

Abstract: *Jathopha curcas* L. is a big economic value plant, especially for its seed constitute raw material for biofuel production. The high oil content has contributed to increase of commercial exploration in this crop. Despite much researched, the *Jatropha curcas* L. plant needs scientific elucidation, although less as known about species biochemistry and physiology. This study aimed identify the morphological variability in *Jatropha curcas* L. population plant breeding program. This work was conducted on experimental field at the State University of Goiás, following the completely randomized design with five treatments and four replications. Seedling of *Jatropha curcas* L. population naturally found on Goiás, Minas Gerais, Rondônia, Pernambuco and Maranhão were planted in the field in November 2012 spaced 4 x 2 m. The analyzes happened five month after final planting in the field. Among the analyzed variables, stomatal density was that showed greater variation among plant populations studied. Plants found naturally in Rodônia were that showed the greatest variability. The signicative variability in stomatal density and other variables related point at characterization necessity of larger number population to promote *Jatropha curcas* L. plants breeding genetic program.

KEY WORDS: Diversity, vegetable breeding, *Jatropha curcas* L.

INTRODUÇÃO

O incremento dos níveis dos gases de efeito estufa na atmosfera terrestre tem intensificado a busca por combustíveis renováveis, tipo biodiesel, visando reduzir o consumo de combustíveis fósseis (MATOS et al., 2009). A utilização de biodiesel em substituição parcial ou total ao petrodiesel possui importância social, econômica e ambiental por aumentar a

renda do produtor, reduzir a importação de diesel e emitir menos poluentes no meio ambiente (DORADO et al., 2002).

O Brasil apresenta grande potencial para produção de biocombustíveis em grande parte de sua extensão territorial, em função de suas características edafoclimáticas, biodiversidade (várias espécies potenciais para produção de biocombustíveis

adaptadas a diferentes climas e biomas), disponibilidade de área e mão-de-obra, bem como comprovada competência técnica no campo da ciência agrícola (DIAS et al., 2008). Além disso, as exigências para cultivo de plantas são perfeitamente atendidas pelas condições brasileiras, pois o país possui água e luz solar em abundância.

As principais matérias-primas utilizadas para produção do biodiesel no Brasil são soja, sebo bovino e algodão, com contribuições de 71,13 %, 18,66 % e 4,69 %, respectivamente, sendo os outros materiais responsáveis por apenas 4,08 % da produção (ANP 2012). Existe a necessidade, portanto, de diversificar a produção de matéria prima para produção de biodiesel por meio da introdução de espécies promissoras, como *Jatropha curcas* L.

Jatropha curcas L. (Euphorbiaceae) é uma espécie oleaginosa, conhecida popularmente como pinhão manso. É originária da América Central, considerada como uma planta rústica e encontrada nas mais diversas condições edafoclimáticas (DIAS et al., 2007). Autores como Heller (1996) apontam o México como o centro de origem; os índios que migraram da América do Norte para a América do Sul, há mais de dez mil anos, seriam os responsáveis por sua distribuição

do México até a Argentina, incluindo o Brasil.

O pinhão manso é uma planta de grande valor econômico, sobretudo por suas sementes constituírem matéria-prima para a produção de óleo e obtenção do biodiesel. O óleo é purgativo, usado como anticéptico e tratamento de doença de pele, o látex pode cicatrizar ferimento e tem ação antimicrobiana (ABDRABBO et al., 2009). A alta qualidade do óleo tem contribuído para o aumento da exploração comercial desta cultura, haja vista o crescente interesse por parte de produtores no seu cultivo. O pinhão manso é uma planta perene, o ciclo produtivo pode chegar a 40 anos, possui potencial de produtividade de 2 t/ha de óleo e é adequado para agricultura familiar por possuir elevado índice de plasticidade fenotípica e tolerar o sombreamento (DIAS et al., 2007; MATOS et al., 2011).

Apesar de muito pesquisada, a planta de pinhão manso carece de elucidação científica, pois pouco se conhece sobre a bioquímica e a fisiologia da espécie. Segundo Maes et al. (2009) há duas grandes preocupações quanto ao cultivo do pinhão manso: primeiro, existe poucas informações sobre os aspectos agrônômicos básicos da cultura, e segundo, trata-se de uma espécie silvestre desprovida de melhoramento. O pinhão

manso é tido ainda como uma planta silvestre (FAIRLESS, 2007; ACHTEN et al., 2008), com poucas informações disponíveis a respeito da performance das sementes ou acessos. Pouco se conhece sobre a performance do pinhão manso em campo, a rentabilidade em plantios comerciais não é assegurada. Entretanto, com a possibilidade de uso do óleo de pinhão manso para a produção do biodiesel, novas e amplas perspectivas se abrem para o aumento das áreas de plantio.

Em diversos experimentos, a mensuração da produtividade de culturas de ciclos longos não é possível, devido ao longo período para desenvolvimento dos frutos. Dessa forma, a análise de crescimento da planta pode prever uma produtividade potencial da cultura. A análise de crescimento constitui uma ferramenta muito eficiente para a identificação de materiais promissores, além de identificar características que, no crescimento inicial, indiquem possibilidade de aumento no rendimento da planta adulta, favorecendo os trabalhos de

melhoramento na busca por materiais mais produtivos (BENINCASA, 2003).

Os cultivos de pinhão manso atualmente instalados são oriundos de sementes de plantas silvestres, não melhoradas. Os programas de melhoramento genético com pinhão manso ainda são incipientes, se comparados aos programas de outras espécies oleaginosas como soja, algodão, amendoim, girassol e mamona. A maior parte da informação disponível é oriunda de plantas em estágio juvenil e estágio inicial de produção, principalmente, devido ao longo período de tempo que a planta leva para atingir o pico de produção. Tendo em vista a necessidade de identificar populações mais promissoras, favorecendo posteriores trabalhos de melhoramento na busca de materiais mais produtivos, O presente trabalho teve como objetivo identificar variabilidade morfofisiológica em populações de *Jatropha curcas* L. para fomentar programas de melhoramento de plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, unidade de Ipameri (Lat. 17° 43' 19" S, Long. 48° 09' 35" W, Alt. 773 m),

Ipameri, Goiás. Esta região possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw), de acordo com a classificação de Köppen. Há basicamente, duas estações bem definidas: a chuvosa, que vai de

outubro a abril, e a seca, que vai de maio a setembro. O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho-amarelo. Após a análise do solo, foi realizada a adubação e a correção do pH de acordo com recomendações técnicas para a cultura (DIAS et al., 2007). As mudas de populações de *Jatropha curcas* encontradas naturalmente em Goiás, Minas Gerais, Rondônia, Pernambuco e Maranhão foram plantadas em campo no mês de novembro de 2012 no espaçamento de 4 x 2 m. O experimento foi montado seguindo o delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. A parcela experimental correspondeu a uma planta útil.

Aos cinco meses após plantio definitivo em campo foram analisadas as seguintes variáveis: Número de folhas e ramos, altura de planta, diâmetro do caule, concentrações foliares de clorofilas e carotenóides totais, área foliar específica, área foliar unitária, número de plantas com flores e densidade estomática.

Variáveis de crescimento

A altura da planta e diâmetro do caule foram mensurados entre 08 e 10 horas da manhã utilizando trena e régua graduada. Foram contados o número de folhas e flores e mensurada a área da folha totalmente expandida a partir do

comprimento e largura, segundo equação proposta por Severino et al. (2007).

Pigmentos fotossintéticos

Para a determinação dos pigmentos fotossintéticos foram retirados dois discos foliares de 0,6 cm de diâmetro de folhas totalmente expandidas (localizadas no terceiro par) e colocados em vidros contendo dimetilsulfóxido (DMSO). Posteriormente foi feita extração em banho-maria à 65 °C por uma hora. Alíquotas foram retiradas para leitura espectrofotométrica a 490, 646 e 663 nm. O conteúdo de clorofila *a* (Cl *a*), de clorofila *b* (Cl *b*) e carotenóides (Car) foram determinados seguindo equação proposta por Wellburn (1994).

Área foliar específica (AFE)

Para obtenção da AFE, seis discos de 14 mm de diâmetro foram coletados de cada folha totalmente expandida, secos em estufa a 70 °C por 72 h, quando sua massa foi determinada, conforme equação abaixo:

$$AFE (m^2 kg^{-1}) = \frac{\text{área foliar dos discos} (m^2)}{\text{massa seca} (kg)}$$

Densidade estomática

Uma réplica das superfícies superior e inferior da folha foi retirada com esmalte incolor para unhas na região do terço médio das folhas previamente desidratadas. A contagem dos estômatos foi feita na réplica com auxílio de microscópio óptico munido com câmara

clara. A densidade estomática foi determinada através da contagem de estômatos situada em uma área de 1 mm², obtendo-se o número de estômatos/área.

Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, nos casos em que

o teste F foi significativo, realizou-se o teste de Newman Keuls para comparação múltipla das médias dos tratamentos (ambos com $p < 0,05$). Estas análises estatísticas foram conduzidas utilizando o *software* SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS

As variáveis relacionadas com o crescimento vegetativo das plantas de pinhão manso são mostradas na Tabela 1. Dentre as variáveis avaliadas, considerável diferença estatística foi encontrada na altura de planta. As plantas encontradas naturalmente no estado de Goiás apresentaram altura de planta em média, 12% superior a média de altura dos demais materiais de outros estados. O diâmetro do

caule, número de folhas e ramos não apresentaram diferença estatística entre as populações de pinhão manso avaliadas. Em adição, salienta-se que mesmo sem significativa diferença estatística, as plantas encontradas naturalmente no estado de Goiás apresentaram crescimento vegetativo mais vigoroso em relação aos demais materiais oriundos de outros estados.

Tabela 1. Variáveis de crescimento: Altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e número de ramos de populações de plantas de *Jatropha curcas* oriundas de diferentes estados do Brasil.

Tratamentos	Variáveis			
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Nº Folhas	Nº Ramos
Rondônia	140 ± 7,0 ^{AB}	50,0 ± 2,8 ^A	195,3 ± 25,3 ^A	4,3 ± 1,19 ^A
Minas Gerais	144 ± 4,0 ^{AB}	51,8 ± 2,1 ^A	236,0 ± 35,0 ^A	5,0 ± 0,35 ^A
Goiás	158 ± 4,0 ^A	55,7 ± 1,4 ^A	262,3 ± 28,6 ^A	5,0 ± 0,61 ^A
Pernambuco	135 ± 8,0 ^B	48,0 ± 1,9 ^A	207,0 ± 25,9 ^A	3,3 ± 0,82 ^A
Maranhão	136 ± 5,0 ^B	52,7 ± 2,7 ^A	213,8 ± 27,6 ^A	5,5 ± 0,56 ^A
CV (%)	9,75	10,25	29,70	28,0

* Valores representam a média ± erro-padrão (n=4). Médias seguidas por uma mesma letra dentro de cada linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman-Keuls.

As variáveis morfológicas e os pigmentos fotossintéticos das plantas de pinhão manso são mostradas nas Tabelas 2 e 3. A área foliar e o número de flores não apresentam diferença estatística entre as populações de pinhão manso avaliadas (Tabela 2). Dentre as variáveis avaliadas, considerável diferença estatística foi encontrada na concentração de clorofilas totais. As plantas encontradas naturalmente

no estado de Rondônia apresentaram concentrações foliares de clorofilas totais em média, 20% superior a média dos demais materiais de outros estados. Em adição, salienta-se os mesmos materiais oriundos de Rondônia apresentaram maior concentração foliar de carotenóides totais, porém, sem diferença estatística em relação aos demais materiais.

Tabela 2. Variáveis morfológicas: Área foliar, número de plantas em floração e concentrações clorofilas e carotenóides totais de populações de plantas de *Jatropha curcas* oriundas de diferentes estados do Brasil.

Tratamentos	Variáveis			
	Área foliar (cm ²)	Nº plantas florando	Cl a+b (mg kg MS)	Car (mg kg MS)
Rondônia	266,7 ± 24,3 ^A	1,0 ± 0,0 ^A	6,22 ± 0,3 ^A	1,74 ± 0,1 ^A
Minas Gerais	262,4 ± 15,6 ^A	1,0 ± 0,0 ^A	4,92 ± 0,2 ^B	1,25 ± 0,1 ^B
Goiás	290,9 ± 14,0 ^A	0,0 ± 0,0 ^B	5,59 ± 0,4 ^B	1,43 ± 0,1 ^B
Pernambuco	291,0 ± 14,0 ^A	1,0 ± 0,0 ^A	4,84 ± 0,5 ^B	1,44 ± 0,2 ^B
Maranhão	291,8 ± 21,9 ^A	1,0 ± 0,0 ^A	4,63 ± 0,4 ^B	1,46 ± 0,1 ^B
CV (%)	15,23	18,01	17,78	20,20

* Valores representam a média ± erro-padrão (n=4). Médias seguidas por uma mesma letra dentro de cada linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman-Keuls.

Dentre as variáveis avaliadas, considerável diferença estatística foi encontrada na densidade estomática (Tabela 3). As plantas encontradas naturalmente no estado de Rondônia apresentaram densidade estomática na epiderme adaxial em média, 44% superior a média dos demais materiais oriundos de outros estados. Em adição, salienta-se que os mesmos materiais de Rondônia apresentaram maior área foliar específica,

porém, sem diferença estatística em relação aos demais materiais. A densidade estomática na epiderme abaxial foi, em média, 35% superior nas espécies encontradas naturalmente no Maranhão e Pernambuco em relação a média dos demais materiais avaliados. Resposta semelhante foi obtida com relação a densidade estomática total, considerando ambas as epidermes. As plantas de pinhão manso encontradas naturalmente no

Maranhão e Pernambuco apresentaram maior em relação a média dos demais densidade estomática total em média, 25% materiais de outros estados.

Tabela 3. Variáveis morfológicas: Densidade estomática (DE) nas epidermes adaxial, abaxial e em ambas as epidermes e área foliar específica (AFE) de populações de plantas de *Jatropha curcas* oriundas de diferentes estados do Brasil.

Tratamentos	Variáveis			
	DE na epiderme adaxial (estômatos mm ⁻²)	DE na epiderme abaxial (estômatos mm ⁻²)	DE em ambas as epidermes (estômatos mm ⁻²)	AFE (m ² Kg)
Rondônia	20,75 ± 1,7 ^A	46,0 ± 4,9 ^B	66,7 ± 3,9 ^{AB}	27,5 ± 1,8 ^A
Minas Gerais	12,25 ± 1,8 ^{AB}	46,0 ± 2,8 ^B	58,3 ± 1,7 ^B	23,8 ± 0,7 ^A
Goiás	11,0 ± 2,3 ^{AB}	38,0 ± 4,2 ^C	49,0 ± 5,3 ^B	24,0 ± 1,4 ^A
Pernambuco	9,75 ± 2,8 ^B	69,0 ± 6,0 ^A	78,8 ± 6,0 ^A	22,8 ± 1,4 ^A
Maranhão	13,25 ± 0,9 ^B	64,0 ± 3,3 ^A	77,3 ± 2,6 ^A	25,2 ± 0,9 ^A
CV (%)	29,80	19,07	15,17	12,29

* Valores representam a média ± erro-padrão (n=4). Médias seguidas por uma mesma letra dentro de cada linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Newman-Keuls.

DISCUSSÃO

Por se tratar de uma cultura perene, a mensuração da produtividade demanda tempo, devido ao longo período para estabilizar a produção (quatro anos). A avaliação da planta em estágio inicial de crescimento constitui ferramenta eficiente identificar características que, no crescimento inicial, indiquem possibilidade de aumento no rendimento da planta adulta. Como um todo, os resultados discutidos a seguir demonstram que as populações de pinhão manso apresentaram relativamente baixa variabilidade dos caracteres fisiológicos avaliados.

As análises fisiológicas em populações de pinhão manso demonstraram profundas semelhanças

entre os materiais. Apesar da distância geográfica entre os locais em que os materiais foram encontrados naturalmente, as plantas de pinhão manso apresentaram-se semelhantes quanto ao crescimento vegetativo. Estes resultados estão em conformidade com os obtidos por Kaushik et al. (2007), que indicam que a diversidade geográfica não necessariamente representa a diversidade genética entre os acessos coletados. Algumas forças como deriva genética e seleção em diferentes ambientes (JOSHI & VASHI 1992) podem gerar maior diversidade que a diversidade geográfica. Se tais forças atuam mais intensamente que o isolamento geográfico, então, a distância

geográfica pode não expressar a verdadeira diversidade genética.

As plantas de pinhão manso encontradas naturalmente no estado de Goiás apresentaram maior altura de planta e apesar da inexistência de diferença estatística nas variáveis vegetativas (área foliar, número de ramos, diâmetro do caule e número de folhas), a população de plantas do estado de Goiás apresentaram valores ligeiramente superiores, possivelmente por terem sido cultivadas no estado onde foram encontradas, e em parte, este maior desenvolvimento vegetativo explica a ausência de plantas florando, uma vez que o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo concorrem pelos mesmos assimilados da fotossíntese.

As concentrações de pigmentos fotossintéticos (clorofilas e carotenóides) foram superiores nas plantas de Rondônia em relação aos materiais de outros estados. As maiores concentrações de clorofilas estão relacionadas com maior absorção de energia radiante, essencial para a fotossíntese e as maiores concentrações de carotenóides protege as plantas dissipando o excesso de energia, evitando a fotoinibição da fotossíntese (MATOS et al., 2009). Estas diferenças associadas com maior densidade estomática na epiderme

adaxial e maior área foliar específica proporciona maior transmitância ao longo do dossel pela menor espessura foliar e possivelmente resultará em maior produção de biomassa. O maior acúmulo de biomassa em plantas com elevada transmitância ao longo do dossel tem sido relatado em pesquisas científicas com várias espécies (BRANT et al., 2010; MATOS et al., 2009).

Dentre as variáveis analisadas, a densidade estomática foi a que apresentou maior variação entre as populações de plantas estudadas. A maior densidade estomática na epiderme adaxial das plantas de Rondônia possivelmente está relacionada com a elevada umidade a que as plantas estão naturalmente submetidas. A identificação de estômatos nas faces abaxial e adaxial de folhas de pinhão manso indica que a espécie é anfiestomática. A significativa variabilidade na densidade estomática e outras variáveis relatadas neste trabalho apontam para a necessidade de caracterização de mais populações de diferentes origens a fim de determinar a diversidade genética disponível, fornecendo assim, subsídios para os programas de melhoramento genético de plantas de pinhão manso.

CONCLUSÕES

As populações de plantas de pinhão manso analisadas apresentaram pequena variabilidade.

As plantas de pinhão manso são classificadas com relação a localização dos estômatos em anfiestomáticas.

Pesquisas posteriores com maior número de populações de diferentes origens são necessárias para identificar variabilidade entre os materiais e fomentar programas de melhoramento genético.

REFERÊNCIAS

- ABDRABBO, A.; ABOU KHEIRA.; NAHED M. M. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: yield, water use efficiency and oilseed characteristics. **Biomass and Bioenergy**, v.33, p.1343 - 1350, 2009.
- ACHTEN, W. M. J.; VERCHOT, L.; FRANKEN, Y. J.; MATHIJS, E.; SINGH, V. P.; AERTS, R.; MUYS, B. *Jatropha* bio-diesel production and use. **Biomass and Bioenergy** v.32, p. 1063–1084, 2008.
- ANP (2012) Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/id=472>> Acesso em: 20 de março de 2012.
- BASHA, S.D.; FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K.; SUJATHA, M. A comparative study of biochemical traits and molecular markers for assessment of genetic relationships between *Jatropha curcas* L. germplasm from different countries. **Plant Science**, v.176, p. 812-823, 2009.
- BRANT, R. S.; PINTO, J. E. B. P.; ROSAL, L. F.; CASTRO, E. M.; OLIVEIRA, C.; ALBUQUERQUE, C. J. B. Características fisiológicas e anatômicas de *Melissa officinalis* cultivadas sob diferentes condições de luminosidade. **Magistra**, v.22, p. 146-152, 2010.
- BENINCASA, M. M. P (2003) Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: **funep**, 42 p.
- DIAS, L. A. S.; MULLER, M.; FREIRE, E. Potencial do uso de oleaginosas arbóreas em sistemas silvipastoris. In: Fernandes, E.M.; Paciullo, D.S.C.; Castro, C.R.T., Muller, M.D.; Arcuri, P.B.; Carneiro, J.C. (Org.) Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades. Juiz de Fora:

Embrapa Gado de Leite, p. 283-314, 2008.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. Cultivo de pinhão-manso (*Pinhão manso* L.) para produção de óleo combustível. Viçosa: **LAS Dias**, 40p, 2007.

DORADO, M.P.; ARNAL, J.M.; GÓMEZ, J.; GIL, A.; LOPEZ, F.J.; The effect of a waste vegetable oil blend with diesel fuel on engine performance. **Transactions of the ASAE American Society of Agricultural Engineers**, v.45, n.3, p. 519-523, 2002.

Fairless, D. Biofuel: the little shrub that could maybe. **Nature** v.449, p.652–655, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HELLER, J. Physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 1**. IBPGR 161. Roma, IBPGR, p. 66, 1996.

JOSHI, P.; VASHI, P. S Mahalanobis generalized distance and genetic diversity in sorghum. **The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding**, v.52, p. 85-93, 1992.

KAUSHIK, N.; KUMAR, K.; KUMAR, S.; KAUSHIK, N.; ROY, S. Genetic variability and divergence studies in seed traits and oil content of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) accessions. **Biomass and Bioenergy**, v.31, p. 497-502, 2007.

MAES, W. H.; TRABUCCO, A.; ACHTEN, W. M. J.; MUYS, B. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. **Biomass and bioenergy**, v.33, p. 1481-1485, 2009.

MATOS, F. S.; GAMBOA, I.; RIBEIRO, R. P.; MAYER, M. L.; NEVES, T. G.; LEONARDO, B. R. L.; SOUZA, A. C. Influência da intensidade luminosa no desenvolvimento de mudas de *Jatropha curcas* L. **Agrarian**, v.4, n.14, p. 265-272, 2011.

MATOS, F.S.; MOREIRA, C. V.; MISSIO, R. F.; DIAS, L. A. S. Caracterização fisiológica de mudas de *Jatropha curcas* L. produzidas em diferentes níveis de irradiância. **Revista**

Colombiana De Ciências Hortícolas - V.

3, n.1, p. 126-134, 2009.

SEVERINO, L. S.; VALE, L.S.;
BELTRÃO, N. E. M. a simple method for
measurement of *Jatropha curcas* leaf area.
**Revista Brasileira de Oleaginosas e
Fibrosas**, v.11, n.1, p. 9-14, 2007.

WELLBURN, A. R. The spectral
determination of chlorophylls a and b, as
well as total carotenoids, using various
solvents with spectrophotometers of
different resolution. **Journal of Plant
Physiology**, v.144, p. 307-313, 1994.