

## DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE *Calotropis procera* (Ait.) W.T. Aiton NA FASE DE PLÂNTULA

Isaias Vitorino Batista de Almeida<sup>1</sup>; Diogo Gonçalves Neder<sup>2</sup>; Fabiane Rabelo da Costa  
Batista<sup>3</sup> Wellisson Filgueiras Dutra<sup>4</sup> Marcelo Pereira Cruz<sup>5</sup>

<sup>1,4,5</sup>Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB; [isaiasvba@gmail.com](mailto:isaiasvba@gmail.com), [wfilgueiras@gmail.com](mailto:wfilgueiras@gmail.com),  
[marcelo152act@hotmail.com](mailto:marcelo152act@hotmail.com), <sup>2</sup>Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca-PB;  
[dgneder@hotmail.com](mailto:dgneder@hotmail.com); <sup>3</sup>Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande-PB;  
[fabiane.costa@insa.gov.br](mailto:fabiane.costa@insa.gov.br)

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a divergência genética entre os genótipos de *Calotropis procera* na fase de plântula e identificar os caracteres de importância nesse estudo. Foram coletadas sementes de 89 genótipos de *C. procera* durante o mês de março de 2014, em áreas de ocorrência natural da espécie, no estado da Paraíba, Brasil. O experimento foi instalado em casa de vegetação no viveiro florestal da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), em Campina Grande – PB, em ambiente telado, no período de abril a maio de 2014. As plantas foram cultivadas em tubetes com capacidade de 280 cm<sup>3</sup>, preenchidos com solo. Foram semeadas cinco sementes de *C. procera* por tubete, onde após a emergência (10 dias após a semeadura) realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta por tubete. Foram avaliados os seguintes caracteres: índice de velocidade de emergência, emergência de plântulas, índice de vigor de plântulas, diâmetro de caule, área foliar total, comprimento de raiz, altura da planta, comprimento de plântula total e matéria seca total. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 89 genótipos e três repetições, com 8 plantas por parcela. Os valores médios dos caracteres foram submetidos a análise de componentes principais e obteve-se gráfico de dispersão biplot. As características EP, IVE e ALT são as que mais contribuem para a divergência genética em genótipos de *C. procera* na fase de plântula, sendo os genótipos com médias elevadas promissores no melhoramento da espécie. Existe variabilidade genética entre os genótipos de *C. procera* na fase de plântula. Recomenda-se a seleção precoce de materiais superiores para compor futuros programas de melhoramento genético da espécie.

**Palavras-chave:** Flor-de-seda, planta xerófila, melhoramento genético, componentes principais.

### Introdução

A flor-de-seda (*Calotropis procera* [Ait.] W.T. Aiton) pertencente a família Apocynaceae, é nativa da África, Madagascar, Península Arábica, Sudoeste da Ásia, Índia e da China a Malásia (RAHMAN & WILCOCK 1991; SOBRINHO et al., 2013). É uma espécie perenifólia que cresce em regiões áridas e semiáridas, onde possui uma ampla distribuição geográfica, se espalhando pelas regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo (COSTA et al., 2009; OLIVEIRA-BENTO et al., 2015).

Introduzida no Brasil como ornamental mais de um século atrás, tornou-se invasora, espalhando-se em vários estados, a maioria deles na região Nordeste do país (SOBRINHO et al., 2013). Entretanto, nos últimos anos tem despertado atenção de pesquisadores interessados em sua utilização como forrageira (ANDRADE et al., 2008), em virtude do problema das grandes secas no semiárido brasileiro.

Além do potencial forrageiro, diversas atividades econômicas são atribuídas a utilização dessa espécie, como o potencial para produção de biodiesel em regiões semi-áridas (BARBOSA et al., 2014), utilizada na indústria farmacêutica, fabricação de queijos, potencial alelopático para controle biológico de ervas daninhas e insetos e potencial fitoremediador de metais pesados (HASSAN et al., 2015).

Em decorrência do potencial econômico da espécie, a germinação de *C. procera* vem sendo estudada (OLIVEIRA-BENTO et al., 2013; OLIVEIRA-BENTO et al., 2015), além da fisiologia da planta (COLOMBO et al., 2007), estresse hídrico (BOUTRAA, 2010), óleos e ácidos graxos (BARBOSA et al., 2014), bem como do crescimento da espécie (OLIVEIRA et al., 2009).

Contudo, estudos que envolvam o crescimento de *C. procera* são muito limitados (BOUTRAA, 2010). Por sua vez, BARBOSA et al. (2014) enfatizam que não há estudos genéticos com *C. procera* no Brasil, investigando a existência de diferentes genótipos no território brasileiro. Com isso, sabendo do potencial de cultivo da espécie no Semiárido brasileiro, faz-se necessário a realização de estudos preliminares, visando subsidiar etapas futuras no programa de melhoramento da cultura, bem como identificar os materiais mais promissores para produção de mudas.

Ressalta-se ainda, que a divergência genética é um dos mais importantes parâmetros avaliados por melhoristas de plantas na fase inicial de um programa de melhoramento genético (NEGREIROS et al., 2008). Nesse sentido, pesquisas realizaram estudos de diversidade genética na fase de plântulas em outras espécie de plantas, por meio da qualidade fisiológica de sementes (NEGREIROS et al., 2008; PESSOA et al., 2015) e caracteres morfológicos (ABREU et al., 2009), além de seleção precoce com base nas relações hídricas (CHAVES et al., 2004). Dessa forma, torna-se necessário estudar a fase inicial do crescimento de genótipos de *C. procera*. Com isso, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a divergência genética entre os genótipos de *Calotropis procera* na fase de plântula e identificar os caracteres de importância nesse estudo.

## Metodologia

Foram coletadas sementes de *C. procera* durante o mês de março de 2014, em áreas de ocorrência natural da espécie, no estado da Paraíba, Brasil. O experimento foi instalado em casa de vegetação no viveiro florestal da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), em Campina Grande – PB, em ambiente telado, no período de abril a maio de 2014.

Foram coletados frutos com maturação fisiológica atingida, os quais se encontravam com a cápsula aberta e sementes de coloração marrom. As sementes foram extraídas de forma manual e colocados para secar à sombra. Após a secagem as sementes foram armazenados em sacos de papel em temperatura ambiente até o momento da sementeira. As plantas foram cultivadas em tubetes com capacidade de 280 cm<sup>3</sup>, preenchidos com solo coletado nos primeiros 20 cm do horizonte A de um solo franco arenoso, proveniente do município de Esperança-PB.

Foram semeadas cinco sementes de flor de seda por tubete, onde após a emergência (10 dias após a sementeira) realizou-se o desbaste deixando apenas uma planta por tubete. As plantas foram irrigadas com base no potencial hídrico e na capacidade de campo do solo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 89 genótipos e três repetições, com 8 plantas por parcela. Foram avaliados os seguintes caracteres: índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas (EP) através de contagem diária entre o sexto e o décimo dia após a sementeira (DAS); índice de vigor de plântulas (IVP), diâmetro de caule (DC), área foliar total (AFT), comprimento de raiz (CR), altura da planta (AP), comprimento de plântula total (CPT) e matéria seca total (MST) aos 30 DAS.

A EP final foi obtida pela relação entre o número de plântulas emergidas e o número total de sementes x 100. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009). Para o cálculo do IVE foi empregada a fórmula proposta por Maguire (1962). O índice de vigor de plântulas (IVP) foi obtido pela relação entre o comprimento de plântulas e o número de sementes germinadas no último dia de contagem (MAROUFI, 2011).

Obteve-se a AP medindo-se a distancia do colo à gema apical com auxilio de régua graduada em centímetros. Para as medições do diâmetro caulinar dos genótipos (medido na base do caule, correspondente ao colo das plantas), utilizou-se um paquímetro digital em mm. Durante a contagem do NF considerou-se apenas as

folhas permanentes e as mensurações de comprimento (cm) e largura (cm) das folhas dos genótipos foram realizadas com auxílio de régua graduada em centímetros. A área foliar dos genótipos foi obtida a partir do modelo  $AFT = L \times C \times 0,75$  proposto por MOREIRA FILHO et al. (2007) para *C. procera* e expressa em  $cm^2$ .

Para a obtenção do CR e da matéria seca total (MST) os tubetes foram imersos em água, para auxiliar na remoção do substrato, como forma de não danificar o sistema radicular. O CR (medido do coleto até a extremidade) foi obtido com auxílio de régua graduada em centímetros. As plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório de ecofisiologia de plantas cultivadas (ECOLAB), localizado no complexo integrado de pesquisa Três Marias da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande-PB. O material foi acondicionado em estufa de circulação de ar forçado regulada a 65 °C até atingir massa constante (48 horas). Posteriormente, realizou-se a pesagem em balança analítica ( $e = 0,0001$  g) para obtenção da MST.

Os valores médios dos caracteres foram submetidos a análise de componentes principais utilizando o programa SAS<sup>®</sup> 11.0 e obteve-se gráfico de dispersão biplot pelo software Multivariate Statistical Package (MVSP)© versão 3.1.

## **Resultados e discussão**

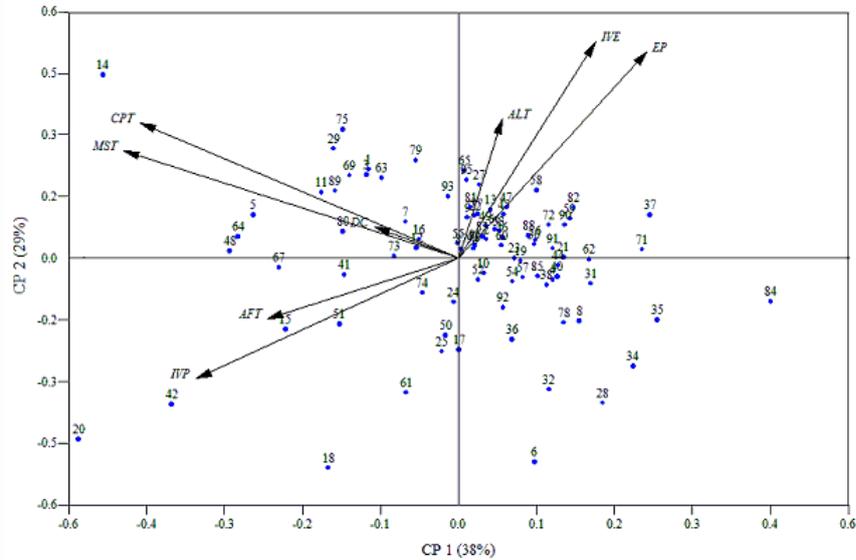
Na análise de componentes principais observou-se que os dois primeiros componentes obedecem simultaneamente os critérios de Jolliffe ( $\lambda \geq 0,7$ ) (JOLLIFFE, 2002), Kaiser ( $\lambda \geq 1,0$ ) (SILVA & PADOVANI, 2006) e variância cumulativa (>60%) (HAIR et al., 2006), representando, assim, de forma satisfatória a variação total, onde explicam 82,38% da variação total dos dados, sendo 37,76% retida no primeiro, 28,99% no segundo e 15,62% no terceiro (Tabela 1), sendo, portanto, admissível a utilização dessa análise no presente estudo.

Conforme os escores dos caracteres nos componentes 1 e 2, bem como a avaliação do auto vetor crítico ( $0,5/\sqrt{\lambda}$ ), os caracteres de maior importância no componente 1 foram (CR, MST e CPT) e no componente 2 as melhores características foram (IVE, EP e ALT) respectivamente. Dessa forma, fica evidente a possibilidade de seleção precoce em genótipos de *C. procera* baseado nessas características, tendo em vista sua importância na avaliação da divergência genética entre os genótipos da espécie.

**Tabela 1.** Autovalores da matriz de correlação e porcentagem de explicação da variância acumulada.

<b>Componentes</b>	<b>Auto Valor</b>	<b>Auto Valor (%)</b>	<b>Variância acumulada (%)</b>
1	3,3987867	0,3776	37,76
2	2,6094369	0,2899	66,76
3	1,4058934	0,1562	82,38
4	0,6678272	0,0742	89,80
5	0,5010491	0,0557	95,37
6	0,3235245	0,0359	98,96
7	0,0934822	0,0104	100,00

Na figura 1 está disposto o gráfico de dispersão biplot representado pelos escores dos dois primeiros componentes principais dos 89 genótipos de *C. procera* em relação aos caracteres avaliados. A metodologia de avaliação gráfica do biplot gerado pela entrada genótipos x características, permite uma visualização dos melhores genótipos, sobretudo dos superiores em cada caractere. O desempenho de um dado genótipo ou ambiente é observado em relação ao eixo X, em que quanto mais à direita do centro (*o*) do biplot maior é o desempenho e, quanto mais à esquerda, menor o desempenho (SILVA & BENIN, 2012). A maioria dos genótipos estão dispostos próximo ao centro, o que representa os valores médios dos caracteres próximos a média geral, onde os genótipos dispersos a esquerda possuem medias inferior e os dispostos a direita possuem médias superiores a média geral. Ressalta-se ainda, que os valores são padronizados de tal forma que a média é zero e a distância entre os escores é medida em termos de desvio padrão (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2010).



**Figura 2.** Dispersão gráfica biplot de escores de 89 genótipos de *Calotropis procera* em relação aos caracteres avaliados, representado pelos os dois primeiros componentes principais.

No geral, os genótipos dispersos no quadrante inferior esquerdo atingiram médias baixas, porém, obtiveram maior IVP e AFT, a exemplo dos genótipos 42, 15 e 51, demonstrando ter maior potencial para realização de fotossíntese na fase de plântula, porém, com menor capacidade de estabelecimento no campo, tendo em vista as menores médias nos caracteres IVE, EP e CR. No quadrante superior esquerdo estão os genótipos com características acima da média, principalmente para os caracteres CPT e MST, demonstrando ter boa relação raiz/parte aérea. Já no quadrante inferior direito está disperso genótipos com médias superiores a média geral do experimento, porém apresentam menor potencial quando comparado ao quadrante superior direito, que destacam-se com maior ALT, IVE e EP, ou seja, com melhor potencial germinativo, o que pode favorecer o estabelecimento de um maior número de plântulas no campo após o plantio. Esses resultados indicam particularidades dos genótipos, demonstrando a influencia do padrão genético na expressão dos caracteres, sendo importante a pratica da seleção de genótipos com base nestas características, para ser utilizado como fonte inicial de sementes para compor futuros trabalhos no programa de melhoramento da espécie. Nesse sentido, Alguns pesquisadores consideram que a seleção para alguns caracteres na fase de plântula pode economizar recursos consideráveis em um programa de melhoramento e aumentar a frequência de genótipos com melhores características nas fases posteriores de seleção.

Dessa forma, dos 89 genótipos avaliados 58, 52 e 49 genótipos obtiveram efeito genético positivo para EP, IVE e ALT, respectivamente, pois atingiram um desempenho superior a média geral do experimento, sendo materiais promissores para futuros trabalhos de melhoramento. Quando se considera a média dos 10 melhores genótipos para EP tem-se um desempenho médio de 98,58%, representando um diferencial de seleção de 18,28% e um ganho genético potencial de 15,73%. No caso do caráter IVE a média dos 10 melhores genótipos é de 30,05, o que representa um diferencial de seleção de 8,51 e um ganho genético potencial de 24,54%. Observa-se que dentre os 10 melhores genótipos considerados para EP e IVE individualmente, 4 encontram-se entre os melhores para ambas as características, identificados com o nº 37, 47, 75 e 82, indicando ser possível a seleção de genótipos com elevado desempenho tanto para EP quanto para IVE.

Selecionando a característica ALT a média dos 10 melhores genótipos é de 3,54 cm, o que representa um diferencial de seleção de 0,49 cm e um ganho genético potencial de 11,51%. Esses resultados indicam a importância da seleção precoce em genótipos com elevado desempenho nessas características, mesmo em fase de plântula, tendo em vista o maior potencial genético e as elevadas expectativas de ganhos com o melhoramento por seleção.

Conforme TEKRONY & EGLI (1991), o vigor das plântulas, observado no campo pela habilidade da semente em emergir e crescer rápida e vigorosamente é um fator que pode influenciar na produtividade das culturas. Nesse sentido, NEGREIROS et al. (2008) também verificaram a importância dessas duas características no programa de melhoramento da *Passiflora edulis f. flavicarpa*, pois das características avaliadas em sua pesquisa, as que mais contribuíram para a divergência genética foram porcentagem de germinação e IVE, seguindo mesma idéia do presente estudo.

## **Conclusões**

As características EP, IVE e ALT são as que mais contribuem para a divergência genética em genótipos de *C. procera* na fase de plântula, sendo os genótipos com médias elevadas promissores no melhoramento da espécie.

Existe variabilidade genética entre os genótipos de *C. procera* na fase de plântula.

Recomenda-se a seleção precoce de materiais superiores para compor futuros programas de melhoramento genético da espécie.

## Agradecimentos

Ao viveiro florestal e ao Laboratório de Ecofisiologia de Plantas Cultivadas (ECOLAB) da UEPB pela disponibilização da estrutura física para realização da pesquisa.

## Referências

ABREU, F. B. et al. Variabilidade genética entre acessos de pinhão-mansão na fase juvenil. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 21, n. 1, p. 36 - 40, 2009.

ANDRADE, M. V. M. et al. Produtividade e qualidade da flor-de-seda em diferentes densidades e sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 1-8, 2008.

BARBOSA, M. O.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M. Seed oil content and fatty acid composition from different populations of *Calotropis procera* (Aiton) WT Aiton (Apocynaceae). **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 8, p. 1433-1441, 2014.

BOUTRAA, T. Growth performance and biomass partitioning of the desert shrub *Calotropis procera* under water stress conditions. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 1, n. 6, p. 20-26, 2010.

CHAVES, J. H. et al. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.

COLOMBO, R. et al. Relaciones hídricas, fotosíntesis, y anatomía foliar de dos especies del género *Calotropis*. **Interciencia**, v. 32, n. 11, p. 791-796, 2007.

COSTA, R. G. et al. Perspectivas de utilização da flor-de-seda (*Calotropis procera*) na produção animal. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2009.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. D. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião Pública**, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

JOLLIFFE, I. T. **Principal Component Analysis**. 2. ed. Springer Series in Statistics. New York: Springer-Verlag New York, 2002.

HAIR, Jr. et al. **Multivariate Data Analysis**. 6. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.

HASSAN, L. M.; GALAL, T. M.; FARAHAT, E. A.; EL-MIDANY, M. M. The biology of *Calotropis procera* (Aiton) WT. **Trees**, v. 29, n. 2, p. 311-320, 2015.

MAROUFI, K.; FARAHANI, H.A.; MOAVENI, P. Effects of hydropriming on seedling vigour in spinach (*Spinacia oleracea* L.). **Advances in Environmental Biology**, New Delhi, v. 5, n. 8, p. 2224-2227, 2011.

MOREIRA FILHO, E.C. et al. Estimação da área foliar da flor de seda (*Calotropis procera*). **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 214, p. 245-248, 2007.

NEGREIROS, J. R. D. S. et al. Divergência genética entre progênes de maracujazeiro amarelo com base em características das plântulas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.1, p. 197-201, 2008.

OLIVEIRA, S. H. F. de; et al. Seedling growth of the invader *Calotropis procera* in ironstone rupestrian field and seasonally dry forest soils. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 4, n. 2, p. 69-76, 2009.

OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Calotropis procera* AITON (Apocynaceae). **Bioscience journal**, v. 29, n. 5, p. 1194 - 1205, 2013.

OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. et al. Armazenamento de sementes de flor-de-seda [*Calotropis procera* (AITON) W.T. AITON]. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 39 - 47, 2015.

PESSOA, A. M. et al. Genetic divergence of physiological-quality traits of seeds in a population of peppers. **Genetics and molecular research: GMR**, v. 14, n. 4, p. 12479, 2015.

RAHMAN, M. A.; WILCOCK, C. C. A taxonomic revision of *Calotropis* (Asclepiadaceae). **Nordic Journal of Botany**, v. 11, n. 3, p. 301-308, 1991.

SILVA, N. R. da; PADOVANI, C. R. Utilização de componentes principais em experimentação agrônômica. **Energ Agric Botucatu**, v. 21, n. 4, p. 98-113, 2006.

SILVA, R. R.; BENIN, G. Análises Biplot: conceitos, interpretações e aplicações. **Ciência Rural**, v. 42, n.8, p.1404-1412, 2012.

SOBRINHO M. S.; TABATINGA, G. M; MACHADO, I. S.; LOPES, A. V. Reproductive phenological pattern of *Calotropis procera* (Apocynaceae), an invasive species in Brazil: annual in native areas; continuous in invaded areas of caatinga. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 456-459, 2013.

TEKRONY, M.D.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigour to crop yield: a review. **Crop Science**, v. 31, p. 816-822, 1991.