

PROPAGAÇÃO SEXUAL E ASSEXUAL ESTRUTURANDO POPULAÇÕES DE *TACINGA PALMADORA* (BRITTON & ROSE) N. P. TAYLOR & STUPPY, UM CACTO ENDÊMICO DA CAATINGA

MARCOS VINICIUS MEIADO

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biociências, Campus Professor Alberto Carvalho, Bloco D, Av. Vereador Olímpio Grande, S/N, Centro, CEP: 49500-000, Itabaiana, Sergipe, Brasil, E-mail: marcos_meiado@yahoo.com.br

RESUMO: Cactos são capazes de se reproduzir e se propagar mesmo em ambientes com condições desfavoráveis. O objetivo deste estudo foi o de determinar se a propagação clonal ocorre com frequência em três populações de *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy, um cacto que ocorre nas áreas de Caatinga de Pernambuco e avaliar a distribuição espacial de plântulas originadas a partir de sementes germinadas e plântulas-clone. Foram selecionados 1500 indivíduos para determinar a frequência da propagação clonal e, destes, 150 indivíduos foram utilizados como ponto central de parcelas circulares de 50 m de raio para quantificar o número de plântulas originadas via reprodução sexuada e assexuada. Cerca de 90% dos cactos apresentaram plântulas-clone associadas aos parentais. A média de plântulas produzidas por sementes foi significativamente menor quando comparado com plântulas-clone ($3,7 \pm 0,7$ plântulas e $15,5 \pm 2,2$ plântulas clone; $F = 3,4874$; $p = 0,0021$). Conclui-se que as duas categorias de plântulas apresentam diferentes funções na estruturação da população de *T. palmadora*: (1) mantendo indivíduos na população (plântulas-clone); (2) ocupando novos ambientes e ampliando sua distribuição geográfica com sementes (colonização).

6

PALAVRAS-CHAVE: Clone, semente, distribuição espacial, plântula.

ABSTRACT: Cacti are able to reproduce and propagate even in extreme environments. The objective of this study was to determine how often clonal propagation occurs in three populations of *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy, a cactus located in the Caatinga areas of Pernambuco, and evaluate the spatial distribution of seedlings originated from germinated seeds and seedling-clones. A total of 1500 plants were selected to determine the frequency of clonal propagation, and of these, 150 reproductive plants were used as the central point of circular plots of 50 m radius to quantify the number of seedlings from sexual and asexual reproduction. About 90% of cacti showed seedling-clones associated with the parental plants. The average of seedlings was significantly lower when compared with the average of seedling-clones (3.7 ± 0.7 seedlings and 15.5 ± 2.2 seedling-clones; $F = 3,4874$; $p = 0,0021$). It can be concluded that both types of seedlings have different roles in the structuring of the populations of *T. palmadora*: (1) keeping individuals in the population (seedling-clones); (2) settling in new areas and expanding its geographical distribution with seeds (colonization).

KEY WORDS: Clone, seed, seedling, spatial distribution.

INTRODUÇÃO

Ao longo de sua história de vida, as angiospermas evoluíram para uma série de estratégias que estão envolvidas com adaptações morfofisiológicas que garantem a atração de polinizadores e proporcionam o fluxo polínico entre indivíduos e, conseqüentemente, a reprodução cruzada (Bawa, 1983; Endress, 1994; Faegri & Pijl, 1979). Esse aumento do sucesso reprodutivo possibilita que as espécies

ampliem a variabilidade genética de suas populações, produzindo e dispersando mais sementes em seu ambiente natural, o que poderá mantê-las presentes na comunidade (Faegri & Pijl, 1979; Harder & Barrett, 1996).

Embora essas estratégias tenham propiciado um grande avanço evolutivo no que se diz respeito à reprodução sexuada das angiospermas, a reprodução assexuada não deixou de ser importante e a predominância desse

tipo de reprodução tem sido correlacionada a diferentes pressões ambientais (Palleiro et al., 2006). Mesmo em condições desfavoráveis para a reprodução sexuada (i.e., limitação de recurso para a produção de flores, ausência de polinizadores efetivos ou alterações climáticas que afetem a floração e a produção de sementes), algumas espécies podem utilizar outras estratégias para manter suas populações como, por exemplo, a propagação clonal que ocorre em diferentes espécies de Cactaceae, como *Opuntia microdasys* (Lehmann) Pfeiffer (Palleiro et al., 2006), *Opuntia monacantha* Haw. (Lenzi & Orth, 2012) e *Opuntia rastrera* F.A.C. Weber (Mandujano et al., 1998).

A propagação clonal possui a vantagem de originar novos indivíduos de uma forma mais rápida (curto prazo), porém, com plantas de mesmo genótipo, conservando as características da espécie nas novas gerações (Correia et al., 2011). Contudo, em longo prazo, esse tipo de propagação diminui a variabilidade genética entre os indivíduos ao nível intra e interpopulacional, podendo interferir na estrutura genética das populações de inúmeras famílias de plantas, em especial Cactaceae (Hebert, 1987; Nassar et al., 2001; Clark-Tapia et al., 2005; Mihalte et al., 2011).

Muitas angiospermas são capazes de se reproduzir assexuadamente e os cactos estão entre as plantas que apresentam diversos representantes com esse potencial (Anderson, 2001; Barthlott & Hunt, 1993; Taylor & Zappi, 2004; Lenzi & Orth, 2012). A propagação vegetativa nos cactos ocorre a partir de uma estrutura comum a todas as cactáceas, a aréola (Taylor & Zappi, 2004). A aréola representa, em parte, as adaptações que os cactos desenvolveram ao longo da sua evolução, as quais proporcionaram a redução de folhas e ramos, transferindo a função fotossintética para o caule (Anderson, 2001; Barthlott & Hunt, 1993; Taylor & Zappi, 2004). Além disso, as aréolas dos cactos abrigam tecidos meristemáticos que possuem a capacidade de se diferenciar e produzir vários tipos de estruturas como, por exemplo, raízes, cladódios e flores. Essa diferenciação está intimamente relacionada ao controle hormonal que, por sua vez, pode ser influenciado por estímulos ambientais (Anderson, 2001; Barthlott & Hunt, 1993; Taylor & Zappi, 2004).

Tacinga palmadora (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy é um cacto que pertence à subfamília Opuntioideae e é amplamente distribuído em áreas de Caatinga da região Nordeste do Brasil (Taylor & Zappi, 2004). Embora em pequeno número, esta espécie produz seus clones através da queda natural de seus ramos chamados de cladódios que, ao caírem no chão, enraízam e emitem novos ramos, ambos a partir das aréolas, originando novos indivíduos (M.V. Meiado, observação pessoal). Os frutos, por serem revestidos com tecido dos cladódios, possuem as mesmas características propagativas dos ramos, assim como já relatado para outras espécies de cactáceas em diferentes ambientes (Reyes-Agüero et al., 2006). Assim, esses frutos também têm a capacidade de se diferenciar e produzir novos ramos de pequeno tamanho a partir de reprodução assexuada, os quais serão, doravante, chamados de plântulas-clone.

Objetivo do presente estudo foi responder as seguintes perguntas: (1) A produção de plântulas-clone a partir do pericarpelo que recobre os frutos ocorre com frequência em três populações de *T. palmadora* localizadas em áreas de Caatinga do Estado de Pernambuco? (2) A distribuição espacial de plântulas originadas a partir de sementes germinadas difere da distribuição das plântulas-clone presentes nas populações? Como a espécie estudada produz poucas sementes por frutos quando comparada com as demais Cactaceae da Caatinga (< 30 sementes por fruto) e a germinação das sementes recém-coletadas é inferior a 20% (Meiado et al., 2012b), acredita-se que será encontrado um maior número de plântulas-clone nas populações estudadas. Além disso, como a principal unidade dispersiva dos cactos é a semente, também se espera que as plântulas-clone serão encontradas mais próximas de seus parentais, enquanto que as plântulas originadas a partir de sementes germinadas ocorrerão a distâncias maiores.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em três áreas de Caatinga localizadas nos municípios de

Custódia (08°09'52,70"S, 037°33'43,30"W), Salgueiro (08°10'42,60"S, 039°18'32,70"W") e Parnamirim (08°08'44,10"S, 039°40'34,42"W"), no Estado de Pernambuco, Brasil. As distâncias mínima e máxima entre as populações avaliadas correspondem a 55 e 227 km, respectivamente. Os municípios estão inseridos na mesorregião do Sertão Pernambucano, uma área de Depressão Sertaneja Meridional que representa uma paisagem típica do semiárido nordestino (Veloso et al., 2002). A vegetação é basicamente composta por Caatinga hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia e é classificada como Savana-Estépica Arborizada (Ta) (Brasil, 2006a). Os solos das três localidades são do tipo Neossolos Litólicos Órtico (Brasil, 2006b), e o clima é classificado como Tropical Semiárido. As chuvas ocorrem entre os meses de novembro e abril e a precipitação média anual das áreas é inferior a 500 mm (CPRM, 2005a; 2005b; 2005c).

ESPÉCIE ESTUDADA

Tacinga palmadora é um cacto endêmico da Caatinga conhecido popularmente como palmatória ou quipá-de-espinho (Taylor & Zappi, 2004). A espécie é bem frequente nas áreas que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, sendo registradas mais de 250 populações distribuídas em áreas de Caatinga de todos os Estados que fazem parte da região Nordeste do Brasil (Meiado et al., 2012a), com exceção do Maranhão (Zappi et al., 2012). É um cacto com hábito arbustivo que pode atingir em média 2 m de altura e ocorrer com frequência em substratos arenosos profundos, em áreas de 200 a 1020 metros de altitude (Taylor & Zappi, 2004).

Diferentemente da maioria dos cactos da Caatinga, *T. palmadora* floresce em plena estação seca e suas flores diurnas são polinizadas por beija-flores (Locatelli & Machado, 1999). Os frutos produzem em média 25 sementes classificadas como afotoblásticas, pois não necessitam de luz para iniciar seu processo germinativo (Meiado et al., 2012b).

Esse cacto está presente na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza na categoria pouco preocupante

(LC), e está configurado na lista da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora Silvestres (CITES) (Meiado et al., 2012a).

DESENHO EXPERIMENTAL

Embora também possa ser observada a produção de clones a partir de cladódios que se desprendem da planta parental, a propagação clonal avaliada no presente estudo refere-se apenas à produção de clones a partir de tecidos vegetativos que recobrem os frutos (plântulas-clone). Assim, para determinar a frequência de indivíduos com propagação clonal nas populações estudadas foram selecionados, por meio de sorteio, 500 indivíduos de *T. palmadora* em cada uma das três áreas de estudo, totalizando 1500 plantas. Como esse tipo específico de reprodução assexuada está diretamente relacionado ao período reprodutivo da espécie, pois envolve a produção de plântulas-clone a partir do pericarpelo que recobre os frutos, os mesmos indivíduos utilizados para determinar a produção dos clones também foram usados para determinar a idade de início reprodutivo da espécie, a qual foi definida pela presença de flores e/ou frutos abaixo de suas copas. A idade dos cactos foi estimada de acordo com o número de cladódios presentes no maior ramo, assumindo-se que cada cladódio foi produzido em uma estação de crescimento, ou seja, em uma estação chuvosa, a cada ano (Godínez-Alvarez et al., 2003; Reyes-Agüero et al., 2006).

Após esse procedimento, foram selecionados ao acaso 50 indivíduos adultos reprodutivos em cada população estudada, totalizando 150 indivíduos. Esses foram utilizados como ponto central de uma unidade amostral, que consistiu em uma parcela circular de 50 m de raio, totalizando uma área amostral de 392.500 m² em cada uma das três populações. Para evitar a interferência de outros indivíduos da mesma espécie, nenhuma unidade amostral possuía indivíduos adultos reprodutivos do cacto estudado no interior da parcela, com exceção da planta utilizada como ponto central da unidade amostral. Nessas unidades amostrais foi quantificado o número de plântulas provenientes de sementes produzidas em reprodu-

ção sexuada, não sendo possível diferenciá-las de embriões formados na ausência de fecundação (sementes agamospérmicas), e o número de plântulas-clone produzidas a partir do pericarpelo. Essa determinação foi realizada por meio de critérios morfológicos das plântulas da espécie estudada, uma vez que plântulas-clone são morfológicamente distintas das plântulas originadas a partir de sementes. Além disso, foi determinada a distância entre todas as plântulas e seus parentais com o auxílio de uma trena. As avaliações foram realizadas nos meses de abril e maio de 2010 (população de Parnamirim) e 2011 (populações de Custódia e Salgueiro), os quais correspondem ao final da estação chuvosa nas áreas de estudo.

ANÁLISE DOS DADOS

Para comparar o número de plântulas das duas categorias avaliadas (plântulas-clone e plântulas de sementes) que estavam presentes nas três populações estudadas, bem como a distância dessas plântulas em relação aos seus parentais foi utilizada uma ANOVA Dois Fatores (população e tipo de plântulas). A normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias foram verificadas por meio

dos testes Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente (Zar, 2009). Todas as análises foram feitas com o auxílio do programa STATISTICA 7.0, com nível de significância igual a 5% (StatSoft, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados no presente estudo indicaram que a produção de plântulas-clone formadas pela diferenciação das aréolas presentes no pericarpelo que recobre os frutos é um evento muito frequente nas populações de *T. palmadora*. Embora seja frequente também em outras cactáceas, esse evento ainda não havia sido reportado para espécies nativas de cactos da Caatinga. Nas três populações estudadas foram observados indivíduos de *T. palmadora* com idade variando de quatro a 20 anos (Figura 1). Além disso, foram encontradas plântulas originadas a partir de sementes e plântulas-clone em todas as três populações estudadas (Tabela 1). O número total de plântulas originadas a partir de sementes observadas em todas as 150 unidades amostrais foi 517 plântulas, enquanto que foram observadas 2039 plântulas-clone nas mesmas unidades amostrais (Tabela 1).

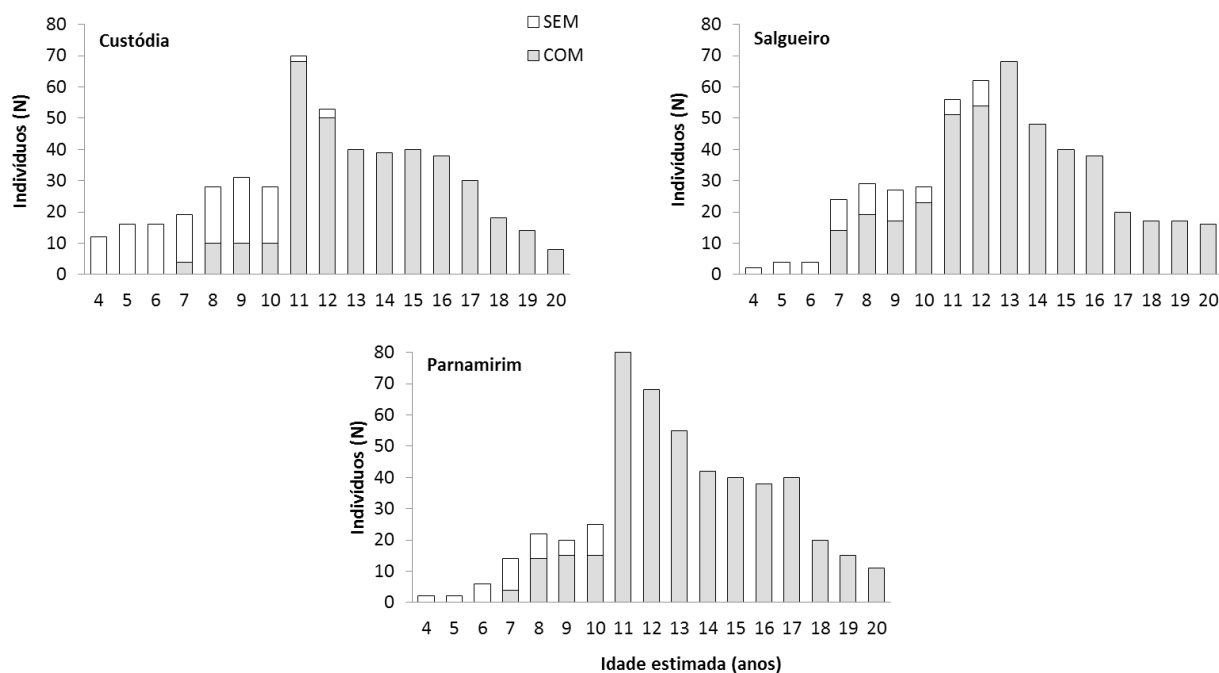


Figura 1 - Número de indivíduos de *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy (Cactaceae) com quatro a 20 anos de idade estimada, com ou sem plântulas-clone associadas aos seus parentais em três populações localizadas em áreas de Caatinga nos municípios de Custódia, Salgueiro e Parnamirim, Pernambuco.

Tabela 1 - Número total, número médio e distância (em metros) das plântulas originadas por sementes e plântulas-clone originadas por reprodução vegetativa em relação aos parentais observados nas populações de *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy (Cactaceae), localizadas em áreas de Caatinga nos municípios de Custódia, Salgueiro e Parnamirim, Pernambuco.

	Custódia	Salgueiro	Parnamirim
Número total de plântulas	140 ^{ns}	172 ^{ns}	205 ^{ns}
Número total de plântulas-clone	715 ^{ns}	691 ^{ns}	633 ^{ns}
Número médio de plântulas	3,2 ± 2,2 ^{Aa}	3,5 ± 2,5 ^{Aa}	4,5 ± 1,8 ^{Aa}
Número médio de plântulas-clone	17,5 ± 3,2 ^{Ba}	13,2 ± 4,5 ^{Ba}	15,8 ± 4,0 ^{Ba}
Distância das plântulas	30,0 ± 8,5 ^{Aa}	32,0 ± 11,5 ^{Aa}	33,5 ± 10,5 ^{Aa}
Distância das plântulas-clone	2,0 ± 1,5 ^{Ba}	1,6 ± 0,8 ^{Ba}	1,2 ± 0,5 ^{Ba}

Letras maiúsculas comparam os dois tipos de plântulas na mesma população e letras minúsculas comparam o mesmo tipo de plântula nas três populações estudadas, para $p < 0,05$; ns = não significativo.

Independentemente da idade, cerca de 90% de todos os cactos adultos avaliados apresentaram plântulas-clone sob a suas copas, não sendo observada diferença significativa no número de plântulas-clone entre as três populações avaliadas ($F = 6,5644$; $p = 0,5467$). Entretanto, se forem considerados apenas os indivíduos com idade acima de 10 anos, os quais representaram a maior parte dos indivíduos adultos reprodutivos observados nas três populações, o percentual de parentais com plântulas-clone sob suas copas sobe para 95,8%, caracterizando a propagação clonal como um evento muito frequente nas populações estudadas de *T. palmadora* (Figura 1).

A média de plântulas de origem sexual por indivíduo foi significativamente menor quando comparada com a média de plântulas-clone associadas aos parentais ($F = 3,4874$; $p = 0,0021$; Tabela 1). Esse padrão observado no número de plântulas das duas categorias avaliadas se repetiu nas três populações estudadas, não sendo observada interação significativa entre os fatores tipo de plântulas e população ($F = 12,5890$; $p = 0,4971$; Tabela 1).

A técnica artificial de propagação clonal é uma prática bastante comum entre espécies de cactos que pertencem à subfamília Opuntioideae como, por exemplo, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. e *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick (Carneiro et al., 1990). Essa prática é utilizada com o objetivo de produzir clones de espécies domesticadas ou de interesse

econômico mais rapidamente, mantendo, nos novos indivíduos, algumas características observadas em seus parentais (Reyes-Agüero et al., 2006). Cactos de outras subfamílias, como *Cereus hildmannianus* K. Schum. subsp. *hildmannianus* (Cavalcanti & Resende, 2006) e *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Correia et al., 2011; Oliveira et al., 2008), também são propagados vegetativamente com a mesma finalidade econômica-ornamental.

Na natureza, esses eventos de reprodução assexuada podem ter diferentes significados. As plântulas-clone formadas a partir da diferenciação das aréolas presentes no tecido vegetativo do pericarpelo foram originadas mesmo em flores não fecundadas e em frutos sem sementes presentes sob a copa dos parentais. Esse evento pode representar um reaproveitamento de recurso dispendido para a produção de botões florais na reprodução sexual, pois, a produção de um novo indivíduo ocorre mesmo quando as flores não são polinizadas e não há a produção de sementes (Lenzi & Orth, 2012; Mandujano et al., 1998; 2001; Palleiro et al., 2006). Esse tipo de reaproveitamento de recurso pode ser uma estratégia importante para espécies de ambientes semiáridos como a Caatinga, justificando, assim, a ampla distribuição do cacto estudado no ecossistema em questão, mesmo com a baixa produção de sementes, a reduzida germinabilidade observada na espécie e a não formação de banco de sementes (Meiado et al., 2012b).

As distâncias em relação aos parentais das plântulas das duas categorias observadas neste estudo foram significativamente diferentes ($F = 1,5112$; $p < 0,0001$), porém, não foram observadas diferenças significativas entre as populações ($F = 5,5020$; $p = 0,2322$). Plântulas-clone foram observadas sempre mais próximas aos parentais, sob suas copas (Tabela 1). Por outro lado, plântulas formadas a partir de sementes germinadas sempre se localizaram em distâncias maiores que 20 m, sendo encontradas em diferentes sítios de germinação como, por exemplo, fendas de rochas, materiais em decomposição e fezes de *Kerodon rupestris* Wied, 1820 (Rodentia: Caviidae), pequeno roedor da Caatinga, considerado dispersor do cacto estudado (Taylor & Zappi, 2004).

De acordo com Palleiro et al. (2006), a predominância da propagação clonal em detrimento da reprodução sexuada tem sido relacionada a diferentes pressões ambientais de origem biótica (i.e., herbivoria e predação de sementes) e abiótica (i.e., condições climáticas). Em condições climáticas desfavoráveis, indivíduos mais tolerantes aos períodos estressantes podem investir na propagação clonal, pois esse evento requer um gasto energético menor e garante a produção de indivíduos mais adaptados às condições do ambiente (Mandujano et al., 1998; 2001; Palleiro et al., 2006). Dessa forma, as espécies que adotam esse tipo de estratégia, como observado no cacto estudado, conseguem reproduzir e manter suas populações viáveis mesmo em condições adversas, poupando energia que seria dispendida em eventos de floração e produção de sementes. Entretanto, a propagação clonal pode exercer um efeito negativo para a população que é mantida, predominantemente, por meio da reprodução assexuada (Hebert, 1987; Arakaki et al., 2013).

As principais consequências da propagação clonal são o aumento da endogamia e a consequente diminuição da variabilidade genética, que, em longo prazo, reduz a habilidade das populações em responder positivamente às mudanças das condições ambientais (Nassar et al., 2001; Clark-Tapia et al., 2005; Mihalte et al., 2011; Pinheiro et al., 2012). Essa redução é mais preocupante em populações que ocorrem em ecossistemas semiáridos, como a Caatinga,

onde as condições abióticas são mais severas e podem afetar diretamente o recrutamento de novos indivíduos na comunidade (Meiado et al., 2012b). Além disso, o aumento da diversidade genética diminui os riscos de extinção local e, associada à conservação do ambiente onde essas plantas ocorrem, pode representar uma das formas mais apropriada de proteção natural de espécies ameaçadas de extinção (Pinheiro et al., 2012; Rabbani et al., 2012).

Todas as hipóteses levantadas no início deste estudo foram corroboradas e foi apresentado neste artigo o primeiro registro da produção de plântulas-clone na Caatinga, formadas pela diferenciação das aréolas presentes no pericarpelo que recobre os frutos, a qual ocorre com muita frequência na espécie estudada. Conclui-se que as duas categorias de plântulas de *T. palmadora* observadas (plântulas-clone e plântulas originadas a partir de sementes germinadas) devem apresentar diferentes funções estruturais nas populações estudadas. Plântulas-clone que apresentam o mesmo genótipo e conservam as características da planta mãe e são encontradas sob as copas dos parentais devem ter a função de manter o número de indivíduos adultos na população, caso seu progenitor morra. Por outro lado, plântulas originadas a partir de sementes germinadas têm a função de ocupar novas áreas e ampliar a distribuição geográfica da espécie, pois essas plântulas sempre foram encontradas ocorrendo em locais mais distantes dos parentais, as quais irão se estabelecer e formarão novas manchas com indivíduos adultos reprodutivos e plântulas-clone sob suas copas.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), ao Ministério da Integração Nacional (MI), ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN) pelo apoio logístico-financeiro e infraestrutura para a realização do presente estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, E.F.** 2001. The cactus family. 1st ed., Timber Press, Oregon.
- Arakaki, M.; Speranza, P.; Soltis, P.S.; Soltis, D.E.** 2013. Genetic variability of an unusual apomictic triploid cactus - *Haageocereus tenuis* Ritter - from the Coast of Central Peru. *Journal of Heredity* 104: 127-133.
- Barthlott, W.; Hunt, D.R.** 1993. Cactaceae, p. 161-197. *In*: K. Kubitzki(ed.). The families and genera of vascular plants. Springer-Verlag, Berlin.
- Bawa, K.S.** 1983. Patterns of flowering in tropical plants, p. 394-410. *In*: C.E. Jones; R.J. Little (eds.). Handbook of experimental pollination biology. Scientific and Academic Editions, New York.
- Brasil – Ministério do Meio Ambiente.** 2006a. Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>.
- Brasil – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2006b. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/download/geociencias.shtm>.
- Carneiro, M.S.S.; Viana, O.J.; Almeida, F.A.G.; Albuquerque, J.J.L.** 1990. Propagação agâmica das palmas gigantes – *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill e doce – *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dick. *Ciência Agromônica* 21: 37-42.
- Cavalcanti, N.B.; Resende, G.M.** 2006. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru sem espinhos (*Cereus hildemannianus* K. Schum). *Revista Caatinga* 19: 255-260.
- Clark-Tapia, R.; Alfonso-Corrado, C.; Equiarte, L.E.; Molina-Freaner, F.** 2005. Clonal diversity and distribution in *Stenocereus eruca* (Cactaceae), a narrow endemic cactus of the Sonoran Desert. *American Journal of Botany* 92: 272-278.
- Correia, D.; Nascimento, E.H.S.; Araújo, J.D.M.; Oliveira, A.E.R.** 2011. Propagação de mandacaru sem espinho. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 55. Embrapa Agroindustrial Tropical, Fortaleza.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil.** 2005a. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Custódia, estado de Pernambuco. CPRM/PRODEEM, Recife. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/CUST054.pdf>.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil.** 2005b. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Salgueiro, estado de Pernambuco. CPRM/PRODEEM, Recife. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/SALG129.pdf>.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil.** 2005c. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Parnamirim, estado de Pernambuco. CPRM/PRODEEM, Recife. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/PARN113.pdf>.
- Endress, P.K.** 1994. Diversity and evolutionary biology of tropical flowers. Cambridge University Press, Cambridge.
- Faegri, K.; van der Pijl, L.** 1979. The principles of pollination ecology. Pergamon Press, London.
- Godínez-Alvarez, H.; Valverde, T.; Ortega-Baes, P.** 2003. Demographic trends in the Cactaceae. *The Botanical Review* 69: 173-203.
- Harder, L.D.; Barrett, S.C.H.** 1996. Pollen dispersal and mating patterns in animal-pollinated plants, p. 140-190. *In*: D.G. Lloyd; S.C.H. Barrett (eds.). *Floral Biology: Studies on Floral Evolution in Animal-Pollinated Plants*. Chapman & Hall, New York.
- Hebert, P.D.** 1987. Genotypic characteristics of cyclic parthenogens and their obligately asexual derivatives. *Experientia Supplementum* 55: 175-195.
- Lenzi, M.; Orth, A.I.** 2012. Mixed reproduction systems in *Opuntia monacantha* (Cactaceae) in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Botany* 35: 49-58.
- Locatelli, E.; Machado, I.C.S.** 1999. Comparative Study of the Floral Biology in Two Ornithophilous Species of Cactaceae: *Melocactus zehntneri* and *Opuntia palmadora*. *Bradleya* 17: 75-85.

- Mandujano, M.C.; Montaña, C.; Franco, M.; Golubov, J.; Flores-Martínez, A.** 2001. Integration of demographic annual variability in a clonal desert cactus. *Ecology* 82: 344-359.
- Mandujano, M.C.; Montaña, C.; Méndez, I.; Golubov, J.** 1998. The relative contribution of sexual reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrera* from two habitats in the Chihuahuan Desert. *Journal of Ecology* 86: 911-921.
- Meiado, M.V.; Machado, M.C.; Zappi, D.C.; Taylor, N.P.; Siqueira Filho, J.A.** 2012a. Cactos do São Francisco: atributos ecológicos, distribuição geográfica e endemismo, p. 264-305. *In: J.A. Siqueira Filho (ed.). A flora das Caatingas do Rio São Francisco – História Natural e Conservação.* Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, Rio de Janeiro.
- Meiado, M.V.; Silva, F.F.S.; Barbosa, D.C.A.; Siqueira Filho, J.A.** 2012b. Diásporos da Caatinga: uma revisão, p. 306-365. *In: J.A. Siqueira Filho (ed.). A flora das Caatingas do Rio São Francisco – História Natural e Conservação.* Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, Rio de Janeiro.
- Mihalte, L.; Sestras, R.E.; Feszt, G.; Tamas, E.** 2011. Assessment of genetic variation on four genera of Cactaceae using taxonomic, cytological and molecular markers methods. *Plant Omics Journal* 4: 142-148.
- Nassar, J.M.; Hamrick, J.L.; Fleming, T.H.** 2001. Genetic variation and population structure of the mixed-mating cactus, *Melocactus curvispinus* (Cactaceae). *Heredity* 87: 69-79.
- Oliveira, A.B.; Diniz, J.D.N.; Almeida, J.L.** 2008. Multiplicação e enraizamento *in vitro* do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.). *Plant Cell Culture and Micropropagation* 4: 48-54.
- Palleiro, N.; Mandujano, M.C.; Golubov, J.** 2006. Aborted fruits of *Opuntia microdasys* (Cactaceae): insurance against reproductive failure. *American Journal of Botany* 93: 505-511.
- Pinheiro, L.R.; Rabbani, A.R.C.; Silva, A.V.C.; Léo, A.S.; Pereira, K.L.G.; Diniz, L.E.C.** 2012. Genetic diversity and population structure in the Brazilian *Cattleya labiate* (Orchidaceae) using RAPD and ISSR markers. *Plant Systematics and Evolution* 298: 1815-1825.
- Rabbani, A.R.C.; Silva-Mann, R.; Ferreira, R.A.** 2012. Variabilidade genética de *Genipa americana* L. pertencente ao baixo curso do rio São Francisco. *Revista Árvore* 36: 401-409.
- Reyes-Agüero, J.A.; Aguirre, R.J.R.; Valiente-Banuet, A.** 2006. Reproductive biology of *Opuntia*: a review. *Journal of Arid Environments* 64: 549-585.
- StatSoft.** 2007. STATISTICS. Version 8.0. StatSoft, Tulsa.
- Taylor, N.; Zappi, D.** 2004. Cacti of Eastern Brazil. 1st ed. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- Velloso, A.L.; Sampaio, E.V.S.B.; Pareyn, F.G.C.** 2002. Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. 1st ed. Associação Plantas do Nordeste, Recife.
- Zappi, D.; Taylor, N.; Machado, M.** 2012. Cactaceae. *In: Lista de Espécies da Flora do Brasil.* Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://flora-dobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000070>.
- Zar, J.H.** 2009. Biostatistical analysis. 5th ed. Prentice Hall, New Jersey.

Recebido em 06.I.2013

Aceito em 03.V.2013