

Biologia reprodutiva de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) em fitofisionomias do Curimataú Oriental Paraibano

Reproductive biology of *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) in the phytophysionomies of Eastern Curimataú Paraibano

Rayane Ellen de Oliveira Jerônimo^{1*}; Vênia Camelo de Souza²; Zelma Glebya Maciel Quirino³; Thiago de Sousa Melo⁴; Joana D'Arck Pê de Nero⁵; Vinicius Alves Martins⁶.

¹Mestre em Ciências Agrárias, agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, rayanne.e70@gmail.com*; ²Doutora em Agronomia, professora na Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Ciências Básicas e Sociais, Bananeiras, venia_camelo@hotmail.com; ³ Doutora em Biologia Vegetal, professora Titular da Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto, zelmaglebya@gmail.com; ⁴Doutor em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, thiagosoumelo@gmail.com; ⁵Mestre em Ciências Agrárias, agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, darck1818@gmail.com; ⁶ Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, martins.v.a.agro@hotmail.com. *Autor Correspondente

ARTIGO

Recebido: 16-02-2024
 Aprovado: 27-06-2024

Palavras-chave:
 Viabilidade polínica.
 Cacto
 Caatinga
 Mandacaru

RESUMO

Cereus jamacaru subsp. *Jamacaru* (Cactaceae), popularmente conhecida como mandacaru, destaca-se pela sua relevância ecológica ao armazenar grandes quantidades de água, sendo crucial como suporte forrageiro para ruminantes durante períodos de seca no nordeste brasileiro. Este estudo objetivou analisar a viabilidade polínica e morfometria de botões florais e frutos do *C. jamacaru* em quatro áreas do município de Solânea no Curimataú Oriental, no estado da Paraíba. Foram selecionados 10 indivíduos em seu pico fenológico, dos quais foram coletados 10 botões florais e 10 frutos em cada área, onde foram realizadas biometria e morfometria. Os resultados indicaram efeito significativo para todas as variáveis analisadas entre os indivíduos das quatro áreas. A correlação evidenciou diferenças importantes nos valores morfométricos dos botões e frutos de *C. jamacaru*, que podem influenciar a reprodução dessa planta. As populações de *C. jamacaru* mostram diferenças morfológicas nas estruturas reprodutivas, indicando um gradiente qualitativo proporcional à influência antrópica, apesar de estarem em áreas climáticas semelhantes. Em regiões mais afetadas pela ação humana, observou-se valores baixos das variáveis de botões florais e frutos, o que pode ter influenciado na biologia reprodutiva desses indivíduos.

ABSTRACT

Cereus jamacaru subsp. *jamacaru* (Cactaceae), popularly known as mandacaru, stands out for its ecological relevance in storing large amounts of water, being crucial as forage support for ruminants during drought periods in northeastern Brazil. This study aimed to analyze the pollen viability and morphometry of flower buds and fruits of *C. jamacaru* in four areas of the municipality of Solânea, located in the Curimataú Oriental, in the state of Paraíba. Ten individuals in their phenological peak were selected, from which 10 flower buds and 10 fruits were collected in each area, performing biometry and morphometry. The results indicated a significant effect for all variables analyzed among individuals from the four areas. The correlation showed significant differences in the morphometric values of the buds and fruits of *C. jamacaru*, which may influence the reproduction of this plant. The populations of *C. jamacaru* show morphological differences in reproductive structures, indicating a qualitative gradient proportional to anthropogenic influence, despite being in similar climatic areas. In regions more affected by human activity, lower values of floral bud and fruit variables were observed, which may have influenced the reproductive biology of these individuals.

INTRODUÇÃO

Cactaceae é uma família de angiospermas que apresenta mais de 1500 espécies e 127 gêneros distribuídos pelo mundo (BRAVO-FILHO et al., 2018; CAVALCANTE et al., 2013; NYFFELER; EGGLI, 2010). Espécies dessa família são adeptos às florestas de clima seco e quente, onde no Brasil seus

principais centros de diversidade estão no bioma d Caatinga se destaca pelo clima com pouca ocorrência de chuva (OLIVEIRA et al., 2020).

A Caatinga é uma área rica em biodiversidade, com vários estudos crescentes dedicados à sua fauna e flora, especialmente estudos com Cactaceas (BARROS et al., 2021; BRAVO-FILHO et al., 2018; COSTA et al., 2020; LUCENA

et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2020). Entretanto, é uma região vulnerável devido aos longos períodos de estiagem e à intensa interferência antropogênica, que inclui desmatamento, queimadas e manejo inadequado dos recursos naturais, comprometendo sua biodiversidade. Esses fatores, são responsáveis por cenários de desertificação da paisagem (JERÔNIMO; SOUZA, 2022). Dentre as espécies mais utilizadas pelo homem na Caatinga estão as da família Cactaceae, que têm aplicações como forragem, alimento humano, medicinal e ornamental (LUCENA et al., 2015).

No Brasil, ocorrem 81 gêneros de Cactaceae, onde estão incluídas 484 espécies, sendo 15 gêneros e 208 espécies endêmicas do território nacional (ZAPPI; TAYLOR, 2022). Dentro dessas espécies endêmicas está o *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*, popularmente conhecida como mandacaru ou cardeiro. Esta espécie possui flores grandes e brancas atrativas para insetos polinizadores, e seus frutos têm coloração avermelhada com a polpa branca, sendo atrativos para os dispersores de sementes (OLIVEIRA et al., 2020).

Cereus jamacaru possui grande importância ecológica em regiões xerófitas, armazenando grandes quantidades de água e serve como suporte para a alimentação dos ruminantes durante os períodos de seca no nordeste brasileiro (SILVA et al., 2011). Com os avanços dos efeitos das mudanças climáticas, essas espécies estão sendo utilizadas para alimentação animal, mas enfrentam o uso de práticas inadequadas de manejo (JERÔNIMO; SOUZA, 2022). Isso tem contribuído para a diminuição dos números de indivíduos e para desafios na perpetuação da espécie, afetando também as interações ecológicas, principalmente com os polinizadores e dispersores de sementes. Desta forma, entender a biologia reprodutiva da espécie contribuirá para estudos de conservação e perpetuação das espécies, com isso, identificando o uso e manejo adequados.

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar a biologia reprodutiva do *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) e as correlações positivas e negativas entre as variáveis de biometria do botão floral e morfometria do fruto de mandacaru em quatro áreas do município de Solânea, localizadas no Curimataú Oriental do estado da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

O estudo foi realizado no município de Solânea, estado da Paraíba, que possui clima do tipo AS (Tropical Savana com chuvas no inverno) segundo a classificação de Köppen, com temperatura mínima de 18°C, média de 23 °C e máxima de 29 °C. onde, foram selecionadas quatro comunidades: Palma, Varjota, Corrimboque e Salgado (Figura 1). Área palma, é um sítio com atividade agropecuária, possui uma área de reserva florestal e possui uma vegetação mais fechada; a área varjota há a presença de atividade pecuária e constante influência antrópica na vegetação natural, possui uma vegetação aberta de capoeira; a área Corrimboque possui um fragmento florestal conservado, onde há mais

incidência de cactáceas, uma vegetação mais densa com presença de riacho, também há atividade agropecuária nessa localidade; a área Salgado, possui atividade agrícola, uma área de sistema agroflorestal e uma área de mata fechada com uma grande diversidade de espécies arbóreas e arbustivas da Caatinga.

A escolha dessas áreas de estudo, que possuem diferentes formas de uso e manejo, foi motivada pela presença de espécies de Cactaceae nas propriedades e pela possibilidade de livre acesso mediante termo assinado pelos proprietários garantindo essa permissão.

Coleta de dados

No campo, durante o período de junho de 2021 a maio de 2022, realizou-se o acompanhamento dos indivíduos de mandacaru (*Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*) quando estavam com um número elevado de botões florais em pré-antese (área I 243, área II 243, área III 232 e área IV 108). Foram coletados 10 botões florais de cada uma das quatro áreas de estudo, totalizando 40 botões florais. Em seguida, os botões foram armazenados em recipientes contendo álcool etílico 70% por 24 h para posterior análise biométrica.

No laboratório, os botões foram retirados dos recipientes e colocados para secar. Foram realizadas medições de peso, comprimento, largura, diâmetro apical e diâmetro basal de cada botão floral. Posteriormente, os botões foram seccionados longitudinalmente, e as anteras retiradas e colocadas em placas de Petri com água destilada para a contagem. Para a análise da viabilidade polínica, utilizou-se o método colorimétrico reativo Alexander (1980) 10 anteras de cada botão floral foram maceradas em lâminas de vidro retangulares com 1 ml de água destilada e corante. As lâminas foram então analisadas em um microscópio óptico, com lente de aproximadamente 4x (0,10 de abertura numérica). Os grãos de pólen com coloração rosa intensa foram considerados viáveis, enquanto os grãos com coloração leve azul ou esbranquiçada foram considerados não viáveis, de acordo com a metodologia descrita por KearseInouye (1993). Contadores manuais foram utilizados para auxiliar na contagem dos grãos de pólen.

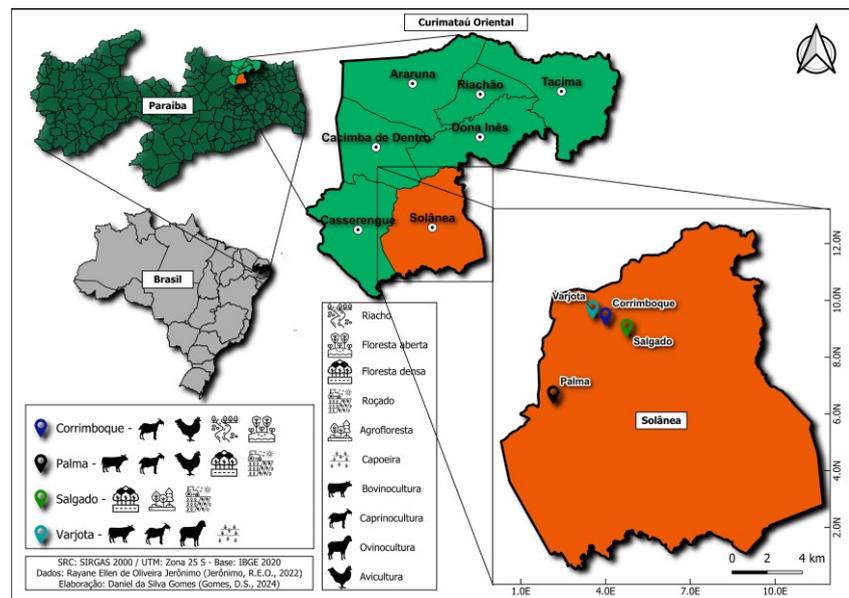


Figura 1. Localização das áreas de estudo no município de Solânea, Paraíba, Brasil.

Para a contagem de óvulos, foram utilizados os mesmos botões florais. Óvulos foram retirados de apenas um lado dos botões florais, e o número contado foi multiplicado o número por 2 para obter a contagem total. Os óvulos foram colocados em lâminas retangulares com 1 ml de água destilada e corante de Alexander (ALEXANDER, 1980). A observação dos óvulos foi realizada utilizando o mesmo microscópio óptico, e a contagem foi feita utilizando os contadores manuais.

Na coleta dos frutos, seguiu-se uma metodologia semelhante: quando os indivíduos apresentaram maior pico de frutificação, foram retirados 10 frutos maduros de cada uma das quatro áreas, totalizando 40 frutos. Os critérios de seleção incluíram coloração avermelhada, tamanhos semelhantes e integridade dos frutos. Os frutos foram armazenados em sacos plásticos em temperatura ambiente por 24 h.

No laboratório, realizou-se a biometria dos frutos, incluindo a pesagem, largura e comprimento. Os frutos foram cortados para o despulpamento, separando as sementes da polpa com o auxílio de uma peneira. As sementes foram colocadas para secar em temperatura ambiente por três dias. Em seguida foi realizado o peso e a contagem das sementes de cada fruto. Para a obtenção do peso da polpa, calculou-se o peso do fruto menos o peso das sementes.

Análise estatística

A relação entre os eventos reprodutivos foi avaliada a partir de testes de correlação de Spearman (*r_s*) com os dados de cada população (CHAGAS et al., 2019). Este coeficiente varia de -1 a 1, onde os valores próximos a esses valores indicam uma associação mais forte, enquanto valores próximos de zero indicam uma associação fraca entre as variáveis. Um coeficiente negativo expressa uma relação inversa entre as variáveis.

As análises estatísticas descritivas dos dados de biometria dos botões florais e morfometria dos frutos de não atenderam aos pressupostos de normalidade e/ou homoscedasticidade. Portanto, as comparações entre as

médias dessas variáveis foram realizadas utilizando o teste Kruskal-Wallis seguindo do teste de comparações múltiplas de Nemenyi em caso de significância (*p*<0,05) (SIEGEL; CASTELLAN JR, 1975). Todas as análises foram conduzidas com o auxílio de planilhas eletrônicas importadas e analisadas em ambiente estatístico do programa R (R CORE TEAM, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas para todas as variáveis analisadas dos botões florais de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru*., tais como peso do botão floral (PBf) (*H* = 14,79; *p* = 0,002006), comprimento do botão floral (CBf) (*H* = 23,79; *p* = 2,763e⁻⁰⁵), diâmetro apical do botão floral (DaBf) (*H* = 9,64; *p* = 0,02186) e diâmetro basal do botão floral (DbBf) (*H* = 18,99; *p* = 0,000275), número de anteras (NA) (*H* = 11,70; *p* = 0,008479), de óvulos (NO) (*H* = 30,74; *p* = 9,206e⁻⁰⁷), grãos de pólen viáveis (NPV) (*H* = 16,59; *p* = 0,000859) e de pólen inviáveis (NPINV) (*H* = 20,41; *p* = 0,00014) entre os indivíduos de todas as áreas.

O peso do botão floral (PBf) de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* da área Salgado apresentou valor médio superior às demais áreas, com aumentos entre 20,7 e 34,5% em relação às áreas de Palma, Varjota e Corrimboque, respectivamente. Em relação comprimento do botão floral (CBf), as áreas Palma e Salgado apresentaram valores médios semelhantes entre si e superiores às áreas Varjota e Corrimboque, com aumentos de 13,3 e 24,7% respectivamente. Estudar o comprimento do botão floral pode ajudar a compreender os mecanismos no sistema reprodutivo das plantas, como observado em *Passiflora cincinnata* Mast. e *Passiflora quadrangularis* L. (Passifloraceae), onde as fases da meiose I foram diferenciadas com base nas médias dos tamanhos de botão floral (BRITTO et al., 2018). Dessa forma, o tamanho do botão floral pode influenciar no sucesso reprodutivo da flor e na subsequente formação do fruto.

Tabela 1. Biologia do botão floral de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* em áreas no município de Solânea, Paraíba, Brasil.

Áreas	PBf	CBf	DaBf	DbBf
Palma	40,37 ± 8,8 ^b	16,70 ± 1,6 ^a	29,93 ± 3,2 ^a	14,08 ± 0,4 ^c
Varjota	42,52 ± 10,8 ^b	15,63 ± 1,0 ^b	26,87 ± 2,28 ^b	14,52 ± 1,4 ^{bc}
Corrimboque	38,14 ± 7,8 ^b	14,20 ± 1,2 ^b	27,52 ± 2,6 ^{ab}	16,03 ± 1,1 ^{ab}
Salgado	51,30 ± 3,2 ^a	17,71 ± 1,4 ^a	29,76 ± 2,9 ^a	16,83 ± 1,3 ^a
Média	43,08 ± 9,3	16,06 ± 1,8	28,52 ± 3,1	15,36 ± 1,6
p valor	0,002006	2,763e ⁻⁰⁵	0,02186	0,000275
CV (%)	13,37 %	9,35 %	5,45 %	8,36 %
Áreas	NA	NO	NPV	NPINV
Palma	714,90 ± 55,9 ^b	1155,70 ± 267,5 ^b	14970,30 ± 1770,3 ^b	9,40 ± 9,9 ^b
Varjota	726,60 ± 123,2 ^b	1825,40 ± 10,9 ^a	18312,80 ± 2575,6 ^a	17,50 ± 5,3 ^{ab}
Corrimboque	851,40 ± 87,7 ^a	1331,90 ± 207,8 ^b	13759,20 ± 2502,3 ^b	23,60 ± 6,3 ^a
Salgado	761,90 ± 121,4 ^{ab}	1617,20 ± 34,8 ^{ab}	13954,00 ± 1452,4 ^b	7,80 ± 4,7 ^b
Média	763,70 ± 111,1	1482,55 ± 307,09	15249,08 ± 2759,0	14,58 ± 9,2
p valor	0,008479	9,206e ⁻⁰⁷	0,000859	0,00014
CV (%)	8,09 %	20,06 %	13,83 %	50,52 %

Morfometria (mm): peso do botão floral (PBf); comprimento do botão floral (CBf); diâmetro apical do botão floral (DaBf); diâmetro basal do botão floral (DbBf); Número/flor: anteras (NA); óvulos (NO); grãos de pólen viáveis (NPV) e grãos de pólen inviáveis (NPINV). Valores médios (±desvio-padrão). N = 10 flores; *Resultado significativo (*p* > 0,05) pelo teste de Kruskal-Wallis. ^a^bMédias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de comparações múltiplas de Nemenyi (*p* > 0,05).

Os fatores abióticos desempenham um papel crucial no desenvolvimento e desempenho das plantas, sendo potencializados quando combinados com a ação antropogênica. Em áreas agrícolas, esses estresses são intensificados pela atividade humana, tornando-se limitantes para a produtividade das plantas (MAHAJAN; TUTEJA, 2005). Nesse aspecto, dentre as áreas estudadas, a área Salgado apresentou baixa presença de animais domésticos nos locais de incidência das Cactaceae, além de sofrer pouca influência antropogênica, ao contrário das outras áreas estudadas, onde foram observados cortes em alguns indivíduos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, uma prática que prejudica o desenvolvimento da planta. Distúrbios naturais ou antrópicos, condições ambientais e disponibilidade de recursos são reconhecidos como influências importantes na estrutura populacional de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter. e *C. jamacaru* (OLIVEIRA et al., 2020).

O diâmetro apical do botão floral (DaBf) de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* nas áreas Palma e Salgado obtiveram valores médios semelhantes, com diferença significativa da área Varjota com aumento de 11,8% e 8,52%, entretanto a área Corrimboque não apresentou diferença significativa para as demais áreas. O diâmetro basal do botão floral (DbBf) na área Salgado apresentou valor médio superior às áreas Palma e Varjota com um aumento de 19,31% e 15,86%.

No que se refere ao número de anteras (NA), a área Corrimboque apresentou aumento referente às áreas Palma e Varjota, com um aumento de 19,9% e 17,17%. Já em relação ao número de óvulos (NO) no botão floral, a área Varjota demonstrou um aumento de 57,94% e 37,05% quando relacionada às áreas Palma e Corrimboque. O número de pólenes viáveis (NPV) de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* da área Varjota apresentou valor médio superior às demais áreas, com aumentos de 22,32%, 33,09% e 31,23%. Já quando avaliado os números de pólenes inviáveis (NPINV) a área Corrimboque apresentou um aumento na média em relação às áreas Palma e Salgado de 151% e 202,5% respectivamente. Nas anteras de plantas, a grande quantidade de grãos de pólen pode fornecer informações importantes para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo de espécies em ambiente natural (COSTA et al., 2020).

A análise da quantidade de anteras, grão de pólen e óvulos de uma flor ou botão floral permite quantificar a viabilidade de fecundação do indivíduo. Isso porque a viabilidade polínica confirma a fertilidade do pólen, que tem influência direta na fertilização e, consequentemente, no sucesso reprodutivo das espécies vegetais. A quantidade de sementes e frutos formados dependem diretamente do pólen viável (RIGAMATO; TYAGI, 2002).

Entre as variáveis analisadas no botão floral, a área Salgado apresentou médias superiores de peso, comprimento e diâmetro em comparação com as demais áreas. Um estudo realizado por Oliveira (2020), com *C. jamacaru* e o *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* (F.

Ritter) Zappi, demonstrou que as correlações morfométricas refletem o comportamento das espécies em ambiente natural. Neste trabalho, foi observado que as variações morfométricas ocorrem entre indivíduos de uma mesma população em cada área estudada, evidenciando que fatores ambientais e condições locais estão influenciando essas variáveis, deste modo observamos que as variáveis dos botões florais foram baixas nas áreas com que mais sofriram influência antrópica, levantando-se a hipótese que essa influência é negativa para o desenvolvimento e perpetuação dessa espécie.

Morfometria do fruto

Os frutos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* são ovais achatados, com coloração vermelha e polpa branca. Houve efeito significativo para largura do fruto (LF) ($H = 10,67$; $p = 0,01363$), peso do fruto (PF) ($H = 12,80$; $p = 0,005082$), quantidade de semente (QS) ($H = 8,87$; $p = 0,03109$), peso da semente (PS) ($H = 10,73$; $p = 0,01327$) e peso da polpa (PP) ($H = 12,68$; $p = 0,005377$), entre os indivíduos das áreas (I, II, III e IV). Por outro lado, para o Comprimento dos frutos (CF) ($H = 7,80$; $p = 0,05024$) não houve diferença quanto às áreas analisadas.

A largura do fruto (LF) de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* da área Salgado obteve um aumento de 8,14% e 22,15% quando comparada às áreas Varjota e Salgado. Em relação ao comprimento do fruto (CF) não apresentaram médias distintas entre as áreas estudadas. Quando analisado o peso do fruto (PF) a área Salgado apresentou média superior a área Varjota, com um aumento de 80,78%. Seguindo os dados dos botões florais, onde a área Salgado obteve peso, comprimento e diâmetro apical superior, desta forma a largura do fruto e peso do fruto se mantiveram no padrão, sendo diferente significativamente das demais áreas. Essa plasticidade fenotípica pode influenciar os órgãos reprodutivos, uma vez que estas espécies podem passar por adaptações aos ambientes áridos com o passar dos anos como forma de garantir a sua reprodução (OLIVEIRA, 2020).

No que se refere a quantidade de semente (QS), peso da semente (PS) e peso da polpa (PP) a área Salgado mostrou

Tabela 2. Biometria dos frutos de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* em áreas no município de Solânea, Paraíba, Brasil.

Áreas	LF	CF	PF
Palma	57,73 ± 7,26 a	8,58 ± 1,49 a	158,41 ± 53,67 ab
Varjota	51,08 ± 10,71 c	7,81 ± 1,74 a	112,58 ± 56,37 b
Corrimboque	59,76 ± 9,97 b	8,67 ± 2,40 a	157,59 ± 133 ab
Salgado	62,44 ± 12,29 a	9,98 ± 1,90a	204,77 ± 134 a
Média	57,75 ± 2,10	8,76 ± 1,88	158,34 ± 94,26
p valor	0,01363	0,0524	0,005082
CV(%)	8,40 %	10,27 %	23,77 %
Áreas	QS	OS	PP
Palma	1125,20 ± 431 ab	4,39 ± 1,61 ab	154,02 ± 53,13 ab
Varjota	755,90 ± 624 b	3,21 ± 2,80 b	109,34 ± 55,27 b
Corrimboque	1051,56 ± 801 ab	3,79 ± 3,15 ab	153,81 ± 130 ab
Salgado	1701,00 ± 893 a	7,10 ± 3,53 a	197,66 ± 132 a
Média	1194,35 ± 204,07	4,62 ± 0,83	153,71 ± 44,35
p valor	0,03109	0,01327	0,005377
CV (%)	34,12 %	37,43 %	23,45 %

Largura do fruto (LF); comprimento do fruto (CF); peso dos frutos (PF); quantidade de semente (QS); peso da semente (PS) e peso da polpa (PP). *Resultado significativo ($p > 0,05$). Teste de Kruskal-Wallis; ^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem-se entre si pelo teste de múltiplas comparações de Nemenyi ($p > 0,05$).

uma média superior a área Varjota com um aumento de 125%; 121,18% e 80,72% respectivamente. A área Salgado mostrou-se superior a área Varjota nas variáveis do fruto de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* apesar das mesmas condições climatológicas, mostrando assim que a única variação que diferencia das demais é a constante influência antrópica, dessa forma, quanto mais alterada a área, maior a variação na estrutura reprodutiva nesses indivíduos das áreas analisadas, uma vez que, ao cortar os cladódios em período de fenofase do indivíduo diminui a produção de frutos, pois a planta ficará condicionada a condições de estresse.

Desta forma, na área Salgado a população de mandacaru apresentou frutos maiores, com maior largura, peso e comprimento, além de uma maior quantidade de sementes, peso da semente e peso da polpa favorecendo o sucesso reprodutivo da espécie na área, o que demonstra que essa área possui uma população ajustada, na qual a planta fornece o recurso atrativo em maior quantidade (polpa) para os animais consumirem e conseqüentemente dispersar mais sementes, visto que a quantidade nessa área também é maior. Fator de extrema importância, pois a multiplicação de plantas via sementes permite a manutenção da variabilidade genética, possibilitando assim, a seleção de características morfológicas (BARROS et al., 2021).

Dessa forma, quanto maior as variáveis do fruto (tamanho, comprimento e largura), mais atrativo será. Os frutos das Cactáceas servem de recurso alimentar para fauna, a qual tem papel importante na dispersão das sementes (OLIVEIRA et al., 2020), portanto, ao se alimentarem dos frutos, os animais, podem dispersar as sementes também para outras áreas, visto que nessa área também possui maior quantidade de sementes. Desse modo, há uma maior probabilidade de perpetuação da espécie e melhor sucesso reprodutivo.

Correlação

De acordo com o coeficiente de correlação de Spearman, observou-se que existe correlação positiva significativa ($p > 0,05$) na morfometria dos botões florais e frutos ($n=10$) de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, na área Palma, o número de óvulos com o comprimento dos frutos (0,5); Número de pólenes viáveis com largura do fruto (0,71), como podemos observar na Tabela 3. A partir desses resultados observa-se que os óvulos e números de pólenes viáveis, influenciam no fruto do *C. jamacaru*, mostrando assim que a fecundação foi

Tabela 3. Testes de correlação Spearman (rs) do percentual dos eventos reprodutivos de *Cereus* subsp. *jamacaru* na área Palma no município de Solânea, Paraíba

	CB	PB	PP	PF	PS	QS	CF	LF
PS	0,74*							
DABF	0,65*	0,59*						
PF			0,99*					
PS			0,94*	0,95*				
QS			0,55*	0,9*	0,93*			
CF			0,85*	0,85	0,8*	0,84*		
NO						0,5*		
NPV								0,71*

Comprimento do botão (CB); peso do botão (PB); diâmetro apical do botão floral (DABF); número de óvulos (NO); número de pólenes viáveis (NPV); peso da polpa (PP); peso do fruto (PF); comprimento do fruto (CF); largura do fruto (LF); peso das sementes (OS); quantidade de semente (QS). *Probabilidade significativa pela correlação de Spearman ($p < 0,05$).

efetiva nessa área.

Na área Varjota de acordo com o coeficiente de correlação de Spearman, observou-se que existe correlação positiva significativa ($p > 0,05$) no número de pólenes viáveis com a quantidade de sementes ($rs = 0,79$) e peso da semente ($rs = 0,77$) (Tabela 4). A maior quantidade de pólenes viáveis pode gerar um melhor sucesso reprodutivo e influenciar na qualidade de frutos e sementes.

Tabela 4. Testes de correlação Spearman (rs) do percentual dos eventos reprodutivos de *Cereus jamacaru* da área Varjota no município de Solânea, Paraíba

	QS	PS	NPV	DABF	LF
NPV	0,79*	0,77*			
DABF			0,8*		
NPV				0,78*	
DBBF					0,78*

Diâmetro apical do botão floral (DABF); diâmetro basal do botão floral (DBBF); número de pólenes viáveis (NPV); número de pólenes inviáveis (NPIV); largura do fruto (LF); peso das sementes (OS); quantidade de semente (QS). *Probabilidade significativa pela correlação de Spearman ($P < 0,05$).

Na área Corrimboque segundo o coeficiente de correlação de Spearman, observou-se que existe correlação positiva significativa ($p > 0,05$) com relações positivas e negativas em todas as variáveis analisadas. Dessa forma, a área Corrimboque é a que mais apresenta variações na estrutura reprodutiva (botões florais e frutos), apesar de possuir as mesmas condições de temperatura, umidade e precipitação que as demais áreas, a única variação que diferencia das demais é a estrutura espacial das áreas. Dessa forma, são necessários mais estudos que correlacionem outros fatores e investiguem essas variações na estrutura reprodutiva. Esses dados podem subsidiar pesquisas sobre diversidade genética nesta espécie, visto que há uma grande variabilidade genética nessas plantas, uma vez que para estudar a estrutura de populações nativas e a diversidade genética deve-se inserir marcadores moleculares, capazes de detectar o polimorfismo genético em nível de DNA (ORASMO et al., 2022).

Houve correlação positiva entre o número de anteras e comprimento do botão floral (0,77); número de pólenes viáveis com peso do botão floral (0,47), comprimento do botão floral (0,17), diâmetro basal do botão floral (0,38) e número de anteras (0,45); número de óvulos com o comprimento do botão floral (0,25) (Tabela 5). Os botões florais dessa área possuem número de pólenes viáveis e óvulos que estão correlacionados positivamente, mostrando que a fecundação pode ser efetiva e influenciar nas variáveis dos frutos.

De acordo com o coeficiente de correlação de Spearman, observou-se que existe correlação positiva significativa ($p > 0,05$) na morfometria dos botões florais e frutos ($n= 10$) de *C. jamacaru* na área Salgado (IV). O número de pólenes inviáveis obteve correlação com a largura do fruto (0,65) peso do fruto (0,75) e peso da polpa (0,78); quantidade de semente com o diâmetro basal do botão floral (0,45) e o número de anteras com o número de óvulos (0,45) (Tabela 6).

Tabela 5. Testes de correlação Spearman (rs) do percentual dos eventos reprodutivos de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* da área Corrimboque no município de Solânea, Paraíba

	CBF	PB	DBBF	NA
NA	0,77*			
NPV	0,18*	0,47*	0,38*	0,45*
NO	0,25*			

Comprimento do botão floral (CBF); diâmetro basal do botão floral (DBBF); número de anteras (NA); número de pólenes viáveis (NPV); número de óvulos (NO). *Probabilidade significativa pela correlação de Spearman ($p < 0,05$).

Tabela 6. Testes de correlação Spearman (rs) do percentual dos eventos reprodutivos de *Cereus jamacaru* da área Salgado no município de Solânea, Paraíba

	PF	PP	LF	DBBF	NO
NPIV	0,75*	0,78*	0,65*		
QS				0,45*	
NA					0,45*

Diâmetro basal do botão floral (DBBF); número de óvulos (NO); número de anteras (NA); números de pólenes inviáveis (NPIV); largura do fruto (LF); peso do fruto (PF); peso da polpa (PP); quantidade de sementes (QS). *Probabilidade significativa pela correlação de Spearman ($p < 0,05$).

Essas correlações mostram que apesar do número de pólenes viáveis da área Salgado ter obtido a menor média, o sucesso reprodutivo depende de outras correlações que sobressaíram nessa área e dessa forma os frutos se desenvolveram com maior vigor. Os resultados dos eventos reprodutivos dessa área demonstram que os indivíduos concentram energia em um número consideravelmente menor de pólenes, entretanto com melhores qualidades, o que foi apresentado no resultado dos frutos.

Nas quatro áreas o peso do fruto, largura do fruto, comprimento do fruto, peso da polpa, peso da semente, quantidade de semente e peso da semente obtiveram correlações positivas. Esse é um aspecto muito interessante para a perpetuação da espécie (OLIVEIRA, 2020), uma vez que quando há um aumento da polpa, o número de sementes e o peso do fruto também aumenta, e isso vai implicar em mais sementes dispersas no ambiente aumentando a chance de surgimento de indivíduos regenerantes na área.

Em termos de correlação, observamos diferenças importantes que podem influenciar na reprodução da espécie, entre os valores morfométricos dos botões e frutos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, os dados relacionados aos botões florais, irão influenciar positivamente os dados do fruto e conseqüentemente o sucesso reprodutivo da planta e fatores bióticos e abióticos possuem grande influência nessa correlação, o tamanho da área, o manejo das espécies e a conservação das populações nas áreas. As ações antrópicas, em populações podem influenciar sua estrutura, diminuindo o número de indivíduos adultos e conseqüentemente fornecedores de sementes (MOURA, 2017). Nas áreas que sofreram mais influência antrópica (Varjota e Corrimboque) observou valores baixos das variáveis de botões florais e frutos, o que pode ter influenciado na biologia reprodutiva desses indivíduos, diminuindo a viabilidade e sucesso reprodutivo.

CONCLUSÕES

As populações de *Cereus jamacaru* apresentam diferenças morfológicas nas estruturas reprodutivas evidentes, sugerindo um gradiente de aspectos reprodutivos qualitativo,

diretamente proporcional a influência antrópica evidenciada, embora se trate de áreas com características climáticas similares, como: temperaturas, umidade e precipitação.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por fomentar esta pesquisa, e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias-Agroecologia (PPGCAG) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. P. A versatile stain for pollen fungi, yeast and bacteria. *Staintechology*. 55(1):13-18, 1980.
- BARROS, E. S.; COSTA, V. S.; FONSECA, W. S.; NERO, J. D. O.; COSTA, P. M. A.; SOUZA, V. C.; AZEREDO, G. A. Sucesso reprodutivo da cactácea nativa, xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), em população natural. *Brazilian Journal of Development*, 7(1) :2980-2991, 2021. [10.34117/bjdv7n1-202](https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-202)
- BRAVO FILHO, E. S.; SANTANA, M. C.; SANTOS, P. A. A.; RIBERIRO, A. S. Levantamento etnobotânico da família Cactaceae no estado de Sergipe. *Revista Fitos*. 12(1):41-53, 2018. [10.5935/2446-4775.2017](https://doi.org/10.5935/2446-4775.2017).
- BRITTO, F. F.; DIAS, D. L. O.; AMARAL, C. L. F.; MAFFEI, E. M. D.; LIBARINO, V. C. Determinação do sistema reprodutivo de parentais para produção de híbridos entre *P. cincinnata* Mast. e *P. quadrangularis* Linn. *Cultura Agronômica, Ilha Solteira*, 27(4) :407-423, 2018. [10.32929/2446-8355.2018v27n4p407-423](https://doi.org/10.32929/2446-8355.2018v27n4p407-423).
- CAVALCANTE, A.; TELES, M.; MACHADO, M. Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado. 1 ed. Campina Grande: INSA, 2013,113p.
- CHAGAS, K. P. T. CARVALHO, B. L. B.; GUERRA, C. A. G.; SILVA, R. A. R.; VIEIRA, F. A. The phenology of oil palm and correlations with climate variables. *Ciencia Florestal*, 29(4): 1701-1711, 2019. [10.5902/1980509822640](https://doi.org/10.5902/1980509822640).
- COSTA, P. M. A.; SOUZA, V. C.; COSTA, V. S.; BARROS, E. S.; OLIVEIRA, I. S. S. Fenofases reprodutivas em uma população de mandacaru (*Cereus jamacaru*) e facheiro (*Pilosocereus pachycladus* subsp. pernambucensis) (Cactaceae). *Brazilian Journal of Development*. 6(1):30536-30545, 2020. [10.34117/bjdv6n5-493](https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-493).
- COSTA, P. M.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA, I. S. S.; COSTA, V. S.; BARROS, E. S. Pollen viability and floral biology of Mandacaru (*Cereus jamacaru* (DC) (Cactaceae)). *Research, Society and Development*, 9(8): 1-12, 2020. [10.33448/rsd-v9i8.6671](https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6671)
- JERÔNIMO, R. E. O.; SOUZA, V. C. Desertificação da Caatinga uma abordagem sobre as ações antrópicas e fenômenos climáticos. In: SANTOS, E. D.; BRINDEIRO, F. O. S.; MELLO, R. G. (eds). *Multiplicidades do Meio Ambiente*. E-Publicar, 2022. p. 410-422.

- KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. Techniques for pollination biologists. 1 ed. Boulder: University press of Colorado, 583p, 1983.
- LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; RIBEIRO, J. E. S.; QUIRINO, Z. G. M.; CASAS, A. LUCENA, R. F. P. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. *Gaia Scientia*. 9(2):77-90, 2015.
- MAHAJAN, S.; TUTEJA, N. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 44(2): 139-58, 2005. [10.1016/j.abb.2005.10.018](https://doi.org/10.1016/j.abb.2005.10.018)
- MOURA, A. P. C. Estrutura populacional de jaboticabeiras no sudoeste do Paraná. Dissertação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, 2017, 54f.
- NYFFELER, R.; EGGLI, U. A farewell to dated ideas and concepts: molecular phylogenetics and a revised suprageneric classification of the family Cactaceae. *Schumannia*, 6(1): 109–149, 2010. [10.5167/uzh-43285](https://doi.org/10.5167/uzh-43285).
- OLIVEIRA, I. S. Ecologia reprodutiva de cactáceas colunares em duas populações naturais no agreste paraibano. Dissertação, Universidade Federal da Paraíba. Bananeiras, 2020, 99f.
- OLIVEIRA, I. S.; SOUZA, V. C.; QUIRINO, Z. G. M.; COSTA, P. M. A.; BARBOSA, A. S.; GOMES, D. S. Distribuição espacial e estrutura populacional de *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter *subsp. pernambucoensis* (F. Ritter) Zappie *Cereus jamacaru DC.subsp. jamacaru*. *Research, Society and Development*, 9(10), 2020. [10.33448/rsd-v9i10.8466](https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8466).
- ORASMO, G. R.; OLIVEIRA, S. B. R.; COSTA, G. M. Diversidade genética em *Cereus jamacaru* de através de marcadores microssatélites. *Biosphere Comunicações Científicas*, 1 (1), p.45-53, 2022.
- RIGAMOTO, R. R.; TYAGI, A. P. Pollen Fertility Status in Coastal Plant Species of Rotuma Island. *South Pacific Journal of Natural Science*, 20(1): 30-33, 2002. [10.1071/SP02007](https://doi.org/10.1071/SP02007).
- RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. Disponível em: <https://www.rstudio.com>.
- SIEGEL, S.; CASTELLAN JR, N. J. Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento. 2. ed. São Paulo: Artmed Editora, 1975, 448p.
- SILVA, J. G. M.; MELO, A. A. S.; REGO, M. M. T.; LIMA, G. F. C.; AGUIAR, E. M. Native cacti associated with sabiá and flor de seda shrub hays in dairy goats' feeding. *Revista Caatinga*. 24(1):158-164, 2011.
- ZAPPI, D.; TAYLOR, N. P. Cactaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB70>. Acessado em: 03 jun2022.