

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

CAMILLA MARQUES DE LUCENA

USO, MANEJO E PROCESSO DE DOMESTICAÇÃO DE *Cereus jamacaru* DC.
subsp. *jamacaru* (CACTACEAE) NO SEMIÁRIDO DO BRASIL

JOÃO PESSOA – PARAÍBA

2018

CAMILLA MARQUES DE LUCENA

**USO, MANEJO E PROCESSO DE DOMESTICAÇÃO DE *Cereus jamacaru* DC.
subsp. *jamacaru* (CACTACEAE) NO SEMIÁRIDO DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento as exigências para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Dra. Maristela Oliveira de Andrade – UFPB, Brasil

Coorientador: Dr. Alejandro Casas Fernández - UNAM, México

JOÃO PESSOA – PARAÍBA

2018

CAMILLA MARQUES DE LUCENA

**USO, MANEJO E PROCESSO DE DOMESTICAÇÃO DE *Cereus jamacaru* DC.
subsp. *jamacaru* (CACTACEAE) NO SEMIÁRIDO DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento as exigências para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maristela Oliveira de Andrade
Orientadora (UFPB, Brasil)

Prof. Dr. Alejandro Casas
Co orientador (UNAM, México)

Profa. Dra. Denise Dias da Cruz
Membro (UFPB/PRODEMA)

Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza
Membro (UFPB/PRODEMA)

Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rego
Membro (UFPB/CCA)

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Félix
Membro (UFPB/CCA)

Mandacaru, sim senhor!
Composição: Dalinha Catunda

Não dou sombra nem encosto,
Mas não vejo defeito em mim.
Tenho um verde exuberante.
Meu fruto é da cor de carmim.
Minha flor esbranquiçada
Dignifica qualquer jardim.

Dono de uma beleza agreste.
No sertão enfeito caminhos.
Tenho um caule succulento,
Todo bordado de espinhos,
Entre pedras broto e cresço
Nem com a seca eu definho.

Sou um fiel representante
Do forte povo nordestino.
O verde traduz esperança,
Vermelho a grande paixão,
De uma gente que tanto adora:
Sua terra, seu mundo, seu chão.

Os espinhos são as agruras,
Do sertanejo tão sofredor.
A paz vinda com as chuvas,
Represento em minha flor.
Ninguém melhor do que eu,
O nordestino representou.

Dedico a minha família, em especial,

a minha filha Ana Júlia!

AGRADECIMENTOS

Ao Deus por toda força, graças e vitórias alcançadas.

A professora Maristela Oliveira de Andrade pela orientação.

Ao professor Alejandro Casas por aceitar o convite para orientar na pesquisa e, além disso, viabilizar o estágio no Laboratorio de Manejo y Evolución de Recursos Genéticos da Universidade Nacional Autónoma do México – UNAM, Campus de Morelia em Michoacán.

A equipe do Laboratorio de Manejo y Evolución de Recursos Genéticos da Universidade Nacional Autónoma do México – UNAM e, em especial, ao Héran Alvarado-Sizzo e Carmen Julia Figueredo por todos os ensinamentos e auxílio nas análises genéticas do presente estudo.

A professora Denise Dias pela orientação para realização da pesquisa, pela amizade e, principalmente, pela confiança no meu potencial para realizar o presente estudo.

Aos moradores da comunidade de Santa Rita que contribuíram para a realização da pesquisa.

Ao Prefeito do município do Congo-Paraíba Dr. Romualdo Antonio Quirino de Sousa (gestão de 2009-2016) pelo apoio logístico para a realização da pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida durante os quatro anos de estudo.

Ao Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE) em conjunto com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que proporcionou o estágio no exterior na Universidade Nacional Autónoma do México – UNAM.

Aos membros do Laboratorio de Etnobiologia e Ciências Ambientais (LECA) da UFPB, especialmente aqueles que contribuíram diretamente com a pesquisa, Thamires Kelly Nunes Carvalho e Natan Medeiros Guerra.

A minha filha amada, Ana Júlia, que chegou na minha vida para ensinar qual é o significado do amor mais puro e singelo.

Ao Reinaldo, meu esposo, amigo e companheiro que sempre está me dando força para que eu possa realizar meus sonhos pessoais e profissionais. Obrigada amor, pelo seu carinho, atenção e companheirismo!

A minha mãe, Rose, por sempre me incentivar nos estudos e realizações dos meus sonhos.

A minha irmã, Juliana, por toda a ajuda durante e após a minha gestação. Obrigada irmã, por todo carinho e cuidado para comigo e sua sobrinha, Ana Júlia.

A minha tia, Selma, por todo auxílio e cuidado prestados a minha família e, em especial, a minha filha Ana Júlia.

A minha avó, Maria José (in memoriam).

Ao professor Daniel Duarte pelo incentivo para realização das pesquisas com a família de Cactaceae.

RESUMO

USO, MANEJO E PROCESSO DE DOMESTICAÇÃO DE *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (CACTACEAE) NO SEMIÁRIDO DO BRASIL

No Brasil, a família de Cactaceae é representada por diversas espécies nativas, podendo ser registradas em biomas como a Caatinga. Ao considerar regiões como o Nordeste brasileiro, são várias as espécies de cactos utilizadas por populações tradicionais (ex. agricultores). Logo, por possuir valores econômicos, sociais e culturais esses cactos são acometidos por vários tipos de manejo, seja *ex situ* e/ou *in situ* e, conseqüentemente, podem estar passando pelo processo de domesticação incipiente. A domesticação é um processo evolutivo contínuo conduzido pelo ser humano, o qual favorece os fenótipos que apresentam algum tipo de vantagem (social, cultural e/ou econômica). Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo registrar o conhecimento, uso e, em especial, o manejo e documentar possíveis mecanismos de seleção artificial de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (mandacaru) na comunidade rural de Santa Rita, município do Congo, Nordeste do Brasil, além de avaliar suas conseqüências em aspectos genéticos e padrão fenológico. Entrevistas semiestruturadas foram realizadas com 100% dos mantenedores domiciliares (n=104) da comunidade. Realizou-se também, análises fenológicas e genéticas a fim de avaliar o padrão fenológico, a estrutura e a diversidade genética de populações de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* submetidos a diferentes tipos de manejo. Para a realização das análises fenológicas e genéticas foram selecionados e georeferenciados 90 indivíduos de mandacaru, sendo 30 por população (silvestre, manejada e cultivada). A categoria de uso proeminente na comunidade foi a forragem e, que tanto os manejos do tipo *in situ* (coleta e tolerância) como *ex situ* (plantio e transplante) são realizados pelos agricultores. Ao avaliar a diversidade genética observou-se que não há diferença significativa entre as populações silvestre, cultivada e manejada. Já na análise de variância molecular (AMOVA), nota-se que a maior parte da variação ocorre dentro das populações (99.76%). Entretanto, baseado na distância genética de Nei, a população cultivada segue mais distinta da população silvestre e manejada. Ao considerar as fenofases (floração e frutificação) registrou-se que estas se estendem ao longo de todo ano, e que em todas as áreas as populações de mandacaru apresentam pico da fenofase em meses similares, sendo assim, estatisticamente significativos ($p < 0.05$). Contudo, apenas a floração da população silvestre não se mostrou significativa. Ao correlacionar a pluviosidade com as fenofases das populações de mandacaru, apenas a população silvestre mostrou-se significativa (Floração: $r = 0.42$; $P < 0.05$ e Frutificação: $r = 0.46$; $P < 0.05$). Portanto, a partir dos tipos de manejo registrados e os resultados genéticos e fenológicos é notório a importância de estudos com espécies de Cactaceae, como o mandacaru, que, dependendo da região pode apresentar padrões semelhantes ou diferentes de floração, frutificação e diversidade genética e, conseqüentemente, avaliar a ocorrência do possível processo de domesticação incipiente que tais espécies podem estar envolvidas. Já que diversos cactos são valorizados culturalmente e economicamente por populações tradicionais no Semiárido do Nordeste do Brasil.

PALAVRAS-CHAVES: mandacaru, Caatinga, população tradicional, manejo, fenologia, diversidade genética, domesticação.

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1.

- Figura 1. Localização do município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil57
- Figura 2. Espécies de mandacaru registradas na comunidade rural Santa Rita no município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. **A.** Mandacaru com espinho (*Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*); **B.** Mandacaru sem espinho (*Cereus* sp.).....63
- Figura 3. Principais tipos de manejo de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (mandacaru) na comunidade rural de Santa Rita no Município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. **A.** Registro da retirada de galhos para uso como forragem; **B; C; D.** Galhos para serem utilizados como forragem; **E.** Animal se alimentando de galhos de mandacaru. **F.** Plantio de galhos de mandacaru em cerca; **G; H.** Plantio de mandacaru no entorno das residências.....65
- Figura 4. Dendrograma (UPGMA) baseado nas distâncias genéticas de Nei (1978) com nove locos microssatélites de núcleo, estimadas entre as três populações de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* na comunidade rural de Santa Rita município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil67

ARTIGO 2.

Figura 1. Indivíduo de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* localizado na comunidade rural Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil86

Figura 2. Número de A) flores e de B) frutos de populações silvestres, manejadas e cultivadas de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* e curva de precipitação mensal durante Abril de 2014 e Março de 2016 na comunidade rural de Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil88

LISTA DE TABELAS

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tabela 1. Conceitos de domesticação.....27

ARTIGO 1.

Tabela 1. Parâmetros de diversidade genética estimada nas populações silvestre, cultivada e manejada de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* baseada em nove locos microssatélites de núcleo. *Na* = número de alelos por locos, *Ne* = número de alelos efetivos, *Ho* = heterozigosidade observada, *He* = heterozigosidade esperada, *uHe* = heterozigosidade esperada ponderada.....66

Tabela 2. Análise de variância molecular (AMOVA) entre as três populações de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*. Resultados a partir do modelo de mutação por passos (SMM).....66

ARTIGO 2.

Tabela 1. Resultados da análise estatística circular para período de ocorrência das fenofases (floração e frutificação) de populações silvestres, manejadas e cultivadas de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* durante Abril de 2014 e Março de 2016 na comunidade rural de Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. (PS=população silvestre; PM=população manejada; PC=população cultivada)88

Tabela 2. Coeficientes de Correlação de Spearman para pluviosidade e as fenofases (floração e frutificação) de populações silvestres, manejadas e cultivadas de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* durante Abril de 2014 e Março de 2016 na comunidade rural de Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. (PS=população silvestre; PM=população manejada; PC=população cultivada)89

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELA

| | |
|--|-----|
| 1. INTRODUÇÃO | 15 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 27 |
| 2.1. Domesticação | 27 |
| 2.2. Uso de Cactaceae no Brasil | 35 |
| 2.3. <i>Cereus jamacaru</i> DC. subsp. <i>jamacaru</i> | 39 |
| 3. REFERÊNCIAS | 42 |
| 4. ARTIGO I (Manejo tradicional e diversidade genética de <i>Cereus jamacaru</i> DC. subsp. <i>jamacaru</i> (Cactaceae) no semiárido do Brasil) | 52 |
| Resumo | 53 |
| Introdução | 54 |
| Material e Métodos | 56 |
| Resultados | 62 |
| Discussão | 67 |
| Conclusão | 70 |
| Agradecimentos | 70 |
| Referências | 71 |
| 5. ARTIGO II (Fenologia de <i>Cereus jamacaru</i> DC. subsp. <i>jamacaru</i> (Cactaceae) no município do Congo, semiárido do Brasil) | 80 |
| Resumo | 81 |
| Introdução | 82 |
| Material E Métodos | 84 |
| Resultados | 87 |
| Discussão | 89 |
| Conclusão | 92 |
| Agradecimentos | 92 |
| Referências | 92 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 101 |
| 7. ANEXOS | 102 |
| ANEXO I | 102 |
| ANEXO II | 104 |
| ANEXO III | 106 |
| ANEXO IV | 107 |
| ANEXO V | 108 |
| ANEXO VI | 110 |
| ANEXO VII | 118 |

1. INTRODUÇÃO

A família de Cactaceae no Brasil está representada por 39 gêneros e 260 espécies, das quais 187 são endêmicas. A região Leste do país pode ser considerada como um dos principais centros de diversidade, apresentando espécies nativas na região da Caatinga e Floresta Atlântica (TAYLOR e ZAPPI, 2004; TAYLOR et al., 2015). As espécies que representam tal família podem ser encontradas em vários tipos de substratos (ex. epífita, hemiepífita, rupícola e terrícola) e apresentam várias formas de vida (ex. arbusto, árvore, erva, liana, subarbusto) (TAYLOR et al., 2015).

Ao abordar valores econômicos, sociais e culturais de cactáceas na região semiárida do Brasil, especificamente no Nordeste, devemos levar em consideração que a maioria das espécies que são usadas por populações tradicionais (ex. agricultores) são manejadas, *in situ* e/ou *ex situ*, e podem estar passando pelo o processo de domesticação que, segundo Casas e Parra (2016), tal processo envolve o manejo da variabilidade que geralmente existe dentro das populações das espécies que interessam aos humanos.

Portanto, a domesticação é um processo evolutivo contínuo conduzido pelo ser humano (seleção artificial), o qual favorece os fenótipos que apresentam algum tipo de vantagem social, cultural e/ou econômica e, conseqüentemente, determina modificações na estrutura genética de populações de planta (LIRA e CASAS, 1998; GEPTS, 2004; CASAS et al., 2007). Harlan (1975) afirma que em um sentido mais popular o termo domesticar pode ser compreendido como “levar à casa”, ou seja, se apropriar dos elementos da natureza. Nesse sentido, domesticar significa ajustar os organismos aos contextos humanos. O processo de domesticação se desenvolve principalmente a partir da seleção artificial em que o homem pode não só favorecer a frequência dos fenótipos desejáveis como também desfavorecer ou eliminar os fenótipos não desejáveis (HARLAN, 1992; CASAS et al., 2007). No entanto, recentemente tem-se reconhecido que outras forças evolutivas como o fluxo gênico, a deriva gênica e os sistemas de cruzamento podem ser dirigidos pelos seres humanos de maneira similar como fazem com a seleção artificial (CASAS et al., 2007; CRUSE-SANDERS et al., 2013; PARRA; BLANCAS; CASAS, 2012). Desta maneira, essas forças evolutivas também são relevantes para entender os processos de domesticação.

Alguns estudos têm registrado que a seleção artificial e o processo de domesticação podem causar variações morfológicas nas populações manejadas, assim

como ocasionar alterações na biologia reprodutiva da espécie (CASAS et al., 1999; CRUZ e CASAS, 2002; OAXACA-VILLA, CASAS e VALIENTE-BANUET, 2006). Todavia, nos níveis mais avançados de domesticação, a interação pessoas/plantas pode gerar inúmeras modificações nos vegetais, como as alterações no ciclo reprodutivo e variações morfofisiológicas, que conseqüentemente provocam uma maior dependência do vegetal em relação ao manejo humano (LIRA e CASAS, 1998).

No México, as zonas áridas tem uma alta diversidade (mais de 6.000 espécies de plantas vasculares) (TOLEDO e ORDÓNEZ, 1993). O Vale de Tehuacán-Cuicatlán, por exemplo, é considerado como uma zona árida de alta diversidade vegetal, pois em um território de 10.000 km² existem mais de 3.000 espécies de plantas (VALIENTE-BANUET et al., 2000). Estudos etnobotânicos têm registrado que nessa região mais de 1.600 espécies de plantas são úteis para a população humana (LIRA et al., 2009). Além disso, mais de 500 espécies recebem algum tipo de manejo (BLANCAS et al., 2010). Alguns dos vegetais que representa a região são os cactos colunares que, além de serem abundantes, possuem uma alta diversidade, produzem frutos comestíveis e são importantes do ponto de vista ecológico, cultural e econômico na região (CASAS e BARBERA, 2002). Segundo Cruse-Sanders et al. (2013), cactos colunares como *Stenocereus stellatus* Riccob. tem sido registrado como uma espécie semi-domesticada que, de acordo com Parra et al. (2008), além de ser de fácil e rápida propagação vegetativa também é de interesse para populações humanas do Vale de Tehuacán, que consomem seus frutos em larga escala.

Vale ressaltar que os estudos mencionados anteriormente são referências úteis para estudos nas zonas semiáridas do Brasil e, especificamente com o cacto colunar que interessa nesta pesquisa: *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*. Já que existem importantes similaridades ecológicas e culturais que permitem fazer comparações entre os processos de domesticação em ambas as regiões.

Na presente pesquisa, ao considerar a realidade da relação homem/vegetais no Brasil, temos como base a vegetação da caatinga que é, em geral, de pequeno porte, rala, com espécies caducifólias e xerófilas (VELLOSO; SAMPAIO; FRARIAS, 2002; ALBUQUERQUE et al., 2008). Estudos realizados nessa região tem demonstrado a importância cultural e econômica que muitos vegetais nativos possuem para populações tradicionais do semiárido nordestino, que utilizam das espécies vegetais tanto como recursos madeireiros como não madeireiros (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002; ALBUQUERQUE, 2005; LUCENA et al. 2012).

Além de apresentar uma alta biodiversidade, com um alto número de táxons raros e/ou endêmicos (GIULIETTI et al., 2002), a caatinga também apresenta espécies que são adaptadas a precipitação irregular da região (LEAL et al., 2005). O nível de pluviosidade da região é bastante baixo, pois variam entre 250 mm e 800 mm (MMA, 2008). Espécies endêmicas da família Leguminosae, Cactaceae, Malpighiaceae e Compositae representam a flora da Caatinga (GIULIETTI et al., 2002). A maioria das espécies que compõem tal bioma é adaptada ao clima quente e semiárido, tais adaptações envolvem a caducifólia, suculência, porte baixo, acúleos e espinhos e copas com cobertura descontínua.

Todavia apesar de ser um bioma com alta diversidade de espécies vegetais, a Caatinga necessita de estratégias de conservação de seus recursos naturais, os quais são fortemente explorados e ameaçados (ALBUQUERQUE et al., 2011). No Brasil, a área semiárida tem sido alterada por aspectos como a sazonalidade climática, que limita a produtividade da vegetação e o manejo de plantas para o sistema agropastoril. Além disso, a criação de gado, que surgiu na época de colonização do Brasil, acomete o bioma com inúmeros problemas ambientais, como a eutrofização do solo e a transformação das florestas em áreas de cultivo e pastagem (ANDRADE-LIMA, 1981; ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002; GIULIETTI et al., 2002; FIGUEIRÔA et al., 2006; SANTOS et al., 2010). De acordo com Andrade et al. (2005) aspectos como intensificação do uso de lenha, caça e o sistema agropastoril também tem prejudicado a fitofisionomia da área.

Segundo Alves, Soares e Mourão (2008), cerca de 25 milhões de pessoas que vivem na Caatinga utilizam as espécies endêmicas arbóreas e arbustivas como recurso, tais como: alimento, construções, forragem, tecnologia e fins terapêuticos (LUCENA et al., 2013; SOARES et al., 2013; SILVA et al., 2014). Estudos etnobotânicos revelam que famílias vegetais como Lamiaceae (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002), Cactaceae (LUCENA et al., 2013), Fabaceae (SOARES et al., 2013) e Euphorbiaceae (SILVA et al., 2014) apresentam espécies nativas que são de suma importância para populações rurais do semiárido nordestino. Todavia, nem sempre o uso de tais recursos é realizado de forma sustentável, pois espécies arbóreas (ex. *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) (ALMEIDA et al., 2010) e arbustivas (ex. *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*) (CRUZ; PERONI; ALBUQUERQUE, 2013) são utilizadas de maneira insustentável pelos agricultores, que muitas vezes extraem em excesso partes dessas plantas (ex. casca) ou até mesmo eliminam o indivíduo para utilizar de seus recursos e, por fim, não investem no plantio

das mesmas, afetando a estrutura de populações vegetais da região (ALBUQUERQUE et al., 2008).

É importante ressaltar que mesmo possuindo um valor ecológico, cultural e econômico, muitas espécies estão sendo ameaçadas de extinção em vários países da América latina, devido as baixas taxas de desenvolvimento, a expansão de áreas cultivadas e o valor ornamental que gera o comércio ilegal (RIBEIRO-SILVA et al., 2011). Contudo, apesar do Brasil possuir biomas em que as espécies são valorizadas culturalmente e economicamente, é notória a carência de ações conservacionistas (RIBEIRO-SILVA et al., 2011). Ao considerar regiões como os estados do Nordeste, podemos registrar várias espécies que estão ameaçadas de extinção e constam na lista vermelha da IUCN (Red List of Threatened Species), como exemplo, espécies do gênero *Cereus* e *Melocactus* (IUCN, 2013; MMA, 2008).

O incentivo da conservação *in situ* é uma das maneiras de conservar espécies e populações e, conseqüentemente, auxiliar na variabilidade que envolve a dinâmica e evolução dentro do bioma (SANTOS e MEIADO, 2015). O Brasil apresenta várias Unidades de Conservação Federais e Estaduais, contudo, é ausente o registro do número de Cactaceae preservadas nessas áreas (RIBEIRO-SILVA et al., 2011). Além disso, são poucas as unidades conservação em áreas como Caatinga, pois a maioria se concentra nas áreas de litorâneas e fragmentos de Mata Atlântica (SIQUEIRA FILHO et al., 2012).

Vale ressaltar que a conservação das espécies de cactáceas no Brasil é imprescindível, pois regiões semiáridas, como a região da Caatinga, utilizam várias espécies de cactos, principalmente em épocas de estiagem, para alimentar bovinos, caprinos e ovinos (COELHO et al., 2010; LUCENA et al., 2012; 2013; 2014; 2015).

No Brasil são poucos os estudos sobre o uso e manejo de cactos (LUCENA et al., 2012). No entanto, tais pesquisas são de suma importância para entender a experiência humana em desenvolver técnicas de manejo que podem ser úteis para o aproveitamento, a conservação e a restauração de biomas. Também, para entender o processo de domesticação, valorizar e conservar os recursos ambientais e, assim, auxiliar não só na compreensão das ações humanas sobre a natureza como também os fatores culturais que estão envolvidos (ALBUQUERQUE, 2005).

No semiárido nordestino uma das espécies de cacto colunar endêmica que é de grande importância no cotidiano de populações tradicionais é *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* (mandacaru, cardeiro). Tal espécie apresenta um alto valor cultural e

econômico para populações tradicionais (ex. agricultores) do semiárido, sendo utilizada para diversos fins, como: alimentação humana, alimentação de animais em períodos de estiagem, construções rurais e domésticas, usos tecnológicos, medicinais e ornamentais (LUCENA et al., 2013).

Nesse sentido, estudos etnobotânicos que registrem o manejo tradicional com *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* são necessários para auxiliarem nas pesquisas que buscam investigar a ocorrência ou não do processo de domesticação incipiente da espécie e, ao mesmo tempo, promover ações que colaborem para o uso sustentável e a conservação do mandacaru.

Diante do exposto, as perguntas que conduziram o presente estudo foram: 1) Ocorre manejo de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* pelos agricultores no semiárido do Brasil?; 2) Como é este manejo?; 3) Envolve processos de seleção artificial?; 4) O manejo de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* pelos agricultores está promovendo o processo de domesticação no semiárido do Nordeste do Brasil?; 5) Quais diferenças fenológicas podem ser registradas entre os indivíduos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* de área silvestre e área antropizada? 6) Quais são as consequências do manejo e do processo de seleção artificial?

Para responder as perguntas anteriores se plantearam as seguintes hipóteses:

- 1) As diferentes formas de uso e manejo das populações de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* promovem o seu processo de domesticação e, ocorrendo a domesticação, é possível registrar um nível de divergência nos traços genéticos entre as populações silvestres e domesticadas.
- 2) Há diferenças fenológicas entre os indivíduos de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* cultivados, manejados e silvestres.

Nesse sentido o presente estudo teve como objetivo geral registrar o conhecimento, uso e, em especial, o manejo e documentar possíveis mecanismos de seleção artificial de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* em uma comunidade rural do semiárido do Brasil, além de avaliar suas consequências em aspectos genéticos e padrão fenológico.

Os objetivos específicos visam: 1) Verificar a possível relação entre o manejo tradicional e a domesticação de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* a partir da diversidade genética entre os indivíduos de áreas silvestres e áreas antropizadas; 2) Determinar a fenologia de *C. jamacaru* com o objetivo de analisar as possíveis diferenças entre as populações localizadas em áreas silvestres e em áreas antropizadas e, 3) Determinar a

diversidade, fluxo gênico e estrutura genética entre populações silvestres e antropizadas de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru*.

Com base nas informações do processo de domesticação de espécies vegetais esta tese está estruturada com três manuscritos, sendo um capítulo de livro e dois artigos. O capítulo consta de uma revisão geral de publicações sobre uso e estado de conservação dos cactos do Brasil. O primeiro artigo apresenta informações de uso, manejo tradicional e avaliação do possível processo de domesticação incipiente em que se encontra a espécie *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* em uma comunidade rural do semiárido do Brasil e será submetido à revista *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, e o segundo avalia os dados da fenologia de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* e sua relação com o processo de domesticação e, será submetido à revista *Plant Biology*.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (nordeste do Brasil). **Interciencia**, v. 27, p. 336–346, 2002.

ALBUQUERQUE, U. P. **Etnobiologia e Biodiversidade**. Recife: NUPEEA/ Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia. 78 p. 2005.

ALBUQUERQUE, U.P. et al. How ethnobotany can aid biodiversity conservation: reflections on investigations in the semi-arid region of NE Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, p. 127-150, 2008.

ALBUQUERQUE, U.P. et al. Rapid ethnobotanical diagnosis of the Fulni-ô Indigenous lands (NE Brazil): floristic survey and local conservation priorities for medicinal plants. **Environment, Development and Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 277-292, 2011.

ALMEIDA, C.F.C.B.R. et al. “A comparison of knowledge about medicinal plants for three rural communities in the semi-arid region of northeast of Brazil”. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 127, p. 674-684, 2010.

ALVES, R.R.N.; SOARES, T.C.; MOURÃO, J.S. “Uso de Animais Medicinais na Comunidade de Bom Sucesso”, Soledade, Estado da Paraíba, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v. 8, n. 2, p.142-147, 2008.

ANDRADE-LIMA, D. The Caatingas Dominion. **Revista Brasileira de Botânica** 4: 149-153. 1981.

ANDRADE, L.A. et al. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v.11, n. 3, p. 253-262, 2005.

BLANCAS, J. et al. Plant management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. **Economic Botany**, v. 64, n. 4, p. 287–302, 2010.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em 15 de junho de 2016.

CASAS A. et al. Reproductive biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenocereus stellatus* in Central Mexico. **American Journal of Botany**, 86: 534–542. 1999.

CASAS A.; BARBERA G. Mesoamerican domestication and diffusion. En: Nobel P.S. **391 Cacti: Biology and Uses**. California University Press, Berkeley. 2002.

CASAS, A. et al. *In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica. **Annals of Botany** 100: 1101-1115, 2007.

CASAS, A.; PARRA, F. La domesticación como proceso evolutivo. In: CASAS, A.; TORRES-GUEVARA, T.; PARRA, F. (Orgs.) **Domesticación en el continente americano**. Vol. 1, Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo. pp. 133-158, 2016.

COELHO, P. J. de A. et al. Coleção de cactáceas da Embrapa Agroindústria Tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2010. 1 CD-ROM.

CRUSE-SANDERS, J.M. et al. Managing diversity: Domestication and gene flow in *Stenocereus stellatus* Riccob. (Cactaceae) in Mexico. **Ecology and Evolution**, v. 3, n. 5, p. 1340-1355, 2013.

CRUZ, M.; CASAS, A. Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in Central Mexico. **Journal of Arid Environments**. v.51, p. 561-576, 2002.

CRUZ, M.P.; PERONI, N.; ALBUQUERQUE, U.P. Knowledge, use and management of native wild edible plants from a seasonal dry forest (NE, Brazil). **Journal Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 79, p. 1-20, 2013.

FIGUEIRÔA, J.M. et al. "Effects of cutting regimes in the dry and wet season on survival and sprouting of woody species from the semi-arid caatinga of northeast Brazil," **Forest Ecology and Management**, v. 229, n. 1-3, p. 294-303, 2006.

GEPTS, P. Crop domestication as a long-term selection experiment. In: **Plant Breeding Reviews**. v. 24, part 2, Ed Jule Janick. p. 1-44. 2004.

GIULIETTI, A.M. et al. Espécies endêmicas da Caatinga. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. (Eds.). **Vegetação e flora da caatinga**. Recife: Associação de Plantas do Nordeste; 2002.

HARLAN, J.R. **Crops and man**. Foundation for modern crop science series. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. 1975.

HARLAN, J. R. **Crops and Man**. 2ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. 1992.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. 2013. **The IUCN Red List of Threatened Species**, v. 2013.1. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>.

LEAL, I.R. et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

LIRA, R.; CASAS, A. Uso y manejo de *Ibervillea millspaughii* (Cogn.) C. Jeffrey, *Melothria pendula* L. y otras especies silvestres de la familia Curcubitaceae: posibles procesos de domesticación incipiente. **Boletín de la Sociedad Botánica del México**. v.62, p. 77-89, 1998.

LIRA, R. et al. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. **Economic Botany**, 63 (3), p. 271-287, 2009.

LUCENA, R.F.P. et al. Uso de recursos vegetais da Caatinga em uma comunidade rural do curimataú paraibano (Nordeste do Brasil). **Polibotânica**, n. 34, p. 217-238, 2012.

LUCENA, C. M. et al. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 62, p. 1-11, 2013.

LUCENA, C.M. et al. Potencial medicinal de cactáceas en la región semiárida del Nordeste de Brasil. **Gaia Scientia**, Volume Especial Populações Tradicionais, p. 36-50, 2014.

LUCENA, C.M. et al. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Gaia Scientia**, Edição Especial Cactaceae, v. 9, n. 2, p. 77-90, 2015.

OAXACA-VILLA, B.; CASAS, A.; VALIENTE-BANUET, A. Reproductive biology in wild and silvicultural managed populations of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 53, p. 277-287. 2006.

PARRA, F. et al. Population genetics and process of domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán-Valley, México. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 1997-2000, 2008.

PARRA, F.; BLANCAS, J.J.; CASAS, A. Landscape management and domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley: human guided selection and gene flow. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 8 (32): 1-17, 2012.

RIBEIRO-SILVA, S.; ZAPPI, D.C.; TAYLOR, N.P.; MACHADO, M.C. **Plano de ação nacional para a conservação das Cactáceas**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 111 p. 2011.

SANTOS, M.V.F. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204–15, 2010.

SANTOS, C.S.; MEIADO, M.V. Levantamento florístico e status de conservação dos cactos do estado do Sergipe, Nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, Edição Especial de Cactaceae, v. 9, n.2, p. 136-146, 2015.

SILVA, N. et al. Conhecimento e uso da vegetação nativa da Caatinga em uma comunidade rural da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 34, p. 5-37, 2014.

SIQUEIRA FILHO, J.A. et al. Unidades de Conservação na Caatinga: a realidade da conservação de um ecossistema semiárido no Nordeste do Brasil. In: LIMA, G.S.; BONTEMPO, G.; ALMEIDA, M.; GONÇALVES, W. (Org), **Gestão, Pesquisa e Conservação em Áreas Protegidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 171-191. 2012.

SOARES, Z.A. et al. Local botanical knowledge about useful species in a semi-arid region from Northeastern Brazil. **Gaia Scientia**, v. 7, n.1, p. 80-103, 2013.

TAYLOR, N.; ZAPPI, D. 2004. **Cacti of Eastern Brazil**. Kew: Royal Botanic Gardens.

TAYLOR, N. et al. 2015. Cactaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Acesso em: 26/06/2017. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB700>.

TOLEDO, V.M.; ORDÓÑEZ, M.J. The biodiversity scenario of Mexico: A review of terrestrial habitats. In: RAMAMOOHY, T.P.; BYE, R.; LOT, A.; FA. J. (Eds.). **Biological diversity of Mexico: Origins and distribution**. Oxford University Press. Oxford. Pp. 757-777. 1993.

VALIENTE-BANUET, A. et al. La vegetación del Valle DE Tehuacán-Cuicatlán. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, v. 67, p. 25-74, 2000.

VELLOSO, A.L.S.; SAMPAIO, E.U.S.B.; FRARIAS, G.C.P. **Ecoregiões: propostas para o bioma Caatinga.** Associação plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental. The Nature Conservancy in Brasil. Recife, 2002.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. DOMESTICAÇÃO

A domesticação consiste em um processo evolutivo em que plantas e animais diferem de seus ancestrais a partir de alterações morfofisiológicas que são originadas da interação homem/planta ou homem/animal (DARWIN, 1859; DIAMOND, 2002). Apesar de esta definição ser a mais utilizada, muitos autores discutem a respeito deste conceito (Tabela 1). No presente estudo, o termo domesticação será fundamentado no conceito que menciona que as alterações ocasionadas pelo manejo dos seres humanos nas populações vegetais ou animais podem ocorrer devido à seleção artificial, a qual beneficia a reprodução de fenótipos desejáveis e elimina os fenótipos indesejáveis, a migração, que implica no movimento de animais e plantas entre localidades, regiões e/ou continentes (ex. consequências da migração humana) ou deriva genética, a qual isola pequenas frações de variação genética dentro das populações manejadas (CASAS et al., 1999).

Tabela 1. Conceitos de domesticação.

| Autores | Conceitos |
|----------------------|--|
| Nabhan et al. (1981) | Domesticar uma planta significa, literalmente, trazê-la para o lar humano. O processo de domesticação envolve a seleção cultural para caracteres econômicos, assim como a seleção natural no ambiente alterado pelo homem, onde as plantas são cultivadas. A intensidade das pressões seletivas não é constante através do tempo, nem do espaço. |
| Casas et al. (1997a) | A domesticação é um processo contínuo, que opera inicialmente sobre plantas silvestres e que pode alcançar uma completa dependência da planta com respeito ao homem para sobreviver e reproduzir-se. Mas ainda tendo alcançado tal fase de dependência, a domesticação pode continuar operando, na medida em que as plantas |

| | |
|-------------------------|--|
| | domesticadas comumente se difundem a novas regiões geográficas e a novas culturas. |
| Clement (1999) | Domesticação de plantas é um processo co evolutivo pela seleção humana sobre os fenótipos de populações de plantas que são promovidos, manejados ou cultivados resultando em alterações na população de genótipos que os tornam mais úteis para os humanos e mais adaptados para a intervenção humana na paisagem. |
| Casas e Barbera (2002) | Domesticação é um processo evolutivo que resulta da manipulação de organismos vivos por humanos. Neste processo, os humanos selecionam e cultivam fenótipos com características que consideram vantajoso, ou seja, plantas individuais com melhores qualidades como alimentos, medicinais e outros usos. |
| Arellano e Casas (2003) | A domesticação é um processo evolutivo em que a seleção humana é a força crucial causadora de mudanças na genética de populações de organismos. |
| Frary e Doganlar (2003) | Durante o processo de domesticação, os primeiros agricultores consciente ou inconscientemente, selecionaram germoplasma silvestre para material que melhor se adaptasse para uso humano e cultivo. |
| Gepts (2004) | A domesticação é o resultado de um processo de seleção que conduz a um aumento de adaptação de plantas e animais para cultivo ou criação e |

| | |
|-------------------------------|---|
| | utilização pelos humanos. |
| Luna-Morales (2004) | A domesticação é um processo co evolutivo entre a planta, o homem e o agro hábitat, em que na planta, se manifesta alterações de suas frequências gênicas e alterações morfofisiológicas. |
| Carmona e Casas (2005) | É um processo evolutivo guiado pelo homem, envolvendo a alteração da estrutura genética de populações determinadas pela manipulação de variações morfológicas e fisiológicas das populações de plantas por seleção artificial, resultando em divergências entre as populações silvestres e manejadas. |
| Doebley , Gaut e Smith (2006) | Domesticação de plantas é a modificação genética de uma espécie selvagem para criar uma nova forma de uma planta alterada para atender as necessidades humanas. |
| Casas et al. (2007) | A domesticação é um processo evolutivo contínuo, atuando sobre as plantas incipientes e semi domesticadas, bem como sobre plantas totalmente domesticadas. |
| Pickersgill (2007) | A domesticação é geralmente considerada como ponto final de um processo contínuo que começa com a exploração de plantas selvagens, continua através do cultivo de plantas selecionadas a partir das silvestres, mas ainda não diferente geneticamente de plantas silvestres, e termina na fixação, por meio da seleção humana, em que as diferenças morfológicas e genéticas, portanto, |

| | |
|---------------------------|--|
| | distinguem o domesticado de seu progenitor selvagem. |
| Villarreal e Marín (2008) | O processo de domesticação consiste na seleção recorrente de populações de plantas com características desejadas e seu manejo agrícola em diferentes ambientes. |
| Lins Neto et al. (2014) | A domesticação é um processo co-evolutivo, determinado pelo manejo e seleção humana (consciente ou inconsciente) de grupos de espécies (comunidades bióticas) e/ou indivíduos de populações de espécies. |
| Casas et al. (2017) | Processo em que os seres humanos modificam as formas e funções dos organismos para satisfazer suas necessidades - sobre tudo alimentares, por exemplo, por meio de frutos maiores e mais doces, mas também necessidades estéticas, utilitárias e medicinais – principalmente mediante seleção artificial dos indivíduos mais atrativos. Além da seleção direta, o manejo da variabilidade fenotípica e genética presente nas populações conduz a ação (deliberada ou não) de outras forças evolutivas como o fluxo gênico, a deriva genica e a endogamia, pois a domesticação vem acompanhada comumente de mudanças no tamanho efetivo das populações, sua biologia reprodutiva e suas capacidades de dispersão. |

O conceito de domesticação pode ser confundido com o conceito de cultivo em larga escala (HARLAN, 1975; CASAS, 2001). O cultivo em larga escala abrange um conjunto de formas de manejo de comunidades ou populações vegetais, já a domesticação é considerada como um processo evolutivo que resulta do manejo de

genótipos de vegetais. Ademais, a domesticação de vegetais pode acontecer sem que necessariamente se cultive os vegetais *ex situ* (CASAS e CABALLERO, 1996).

Estudos arqueológicos registram que os primeiros centros de domesticação surgiram a cerca de 11.000 anos atrás, como o Crescente Fértil no Oriente Médio, até agora reconhecido como o centro de origem da agricultura mais antigo do mundo (DIAMOND, 2002; OTERO-ARNAIZ et al., 2003; GEPTS, 2004). Também cerca de 10.000 anos atrás, na Mesoamérica (região sudeste do México até o nordeste da América Central) e a região Andina, que foram os dois principais centros de origem da agricultura no Continente Americano (GEPTS, 2004).

No caso da China, estudos revelam que a agricultura surgiu há cerca de 8.000 anos e que foi baseada principalmente no cultivo de arroz, próximo ao rio Yangtze e, do milho próximo ao rio Amarelo no Norte da China (GROSS e ZHAO, 2014).

Na região Andina tem-se como destaque a domesticação de várias espécies de batatas e tubérculos (MACNEISH, 1992). Já na Mesoamérica, foram as abóboras (*Cucurbita* spp.), pimentas (*Capsicum* spp.), milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus* sp.), entres outras (LIRA et al. 2009; ZIZUMBO-VILLARREAL e COLUNGA-GARCÍAMARÍN, 2010). E, no Brasil, Clement et al. (2010) relatam que cerca de 138 espécies de vegetais nativas possuem sinais de domesticação, entre elas está *Manihot esculenta* Crantz que se encontra na região da Amazônia e é conhecida popularmente como mandioca, macaxeira e aipim.

A domesticação e a seleção artificial podem causar variações morfológicas entre as populações manejadas sem gerar alterações na biologia reprodutiva da espécie (CRUZ e CASAS, 2002). No entanto, frequentemente também pode modificar os sistemas de reprodução, mudar a fenologia, alterar os padrões de polinização e ainda os sistemas de cruzamento, por exemplo, os sistemas auto incompatíveis de plantas silvestres podem resultar em sistemas auto compatíveis em plantas domesticadas. Além disso, em etapas mais avançadas, a domesticação pode ocasionar mudanças na genética e no fenótipo das plantas, o que pode gerar certo grau de dependência dos vegetais em relação ao homem (HARLAN, 1992).

A domesticação pode ocorrer de três formas distintas: 1) populações incipientes domesticadas, onde ocorre a variação fenotípica e genotípica dentro de uma magnitude encontrada em sua população silvestre; 2) populações semi domesticadas, onde há maior diversidade fenotípica do que as populações silvestres; e 3) populações integralmente domesticadas que são adaptadas para paisagens modificadas por humanos

(jardins cultivados e campos), tendo dependência do manejo humano para sobreviver (CLEMENT et al., 2010).

O manejo contínuo na variação morfológica e fisiológica de populações de plantas e animais por humanos ocorre a partir das necessidades econômicas, sociais, culturais e até tecnológicas (CASAS et al., 1999). Além disso, o manejo de plantas por populações humanas pode ocorrer de forma voluntária ou involuntária (GEPTS, 2004). Gepts (2004) relata que discernir a diferença entre as duas formas, na maioria dos casos, não é fácil. Na forma involuntária, a seleção dos indivíduos é realizada a partir de uma característica interessante. Nesse caso, os indivíduos são levados a ambientes modificados pelo humano para desenvolver as alterações automáticas sob a nova condição em que se encontram e, além disso, os outros indivíduos que não possuem tal característica são eliminados (ZOHARY, 2004). Já na forma voluntária, os humanos conservam os indivíduos que possuem características interessantes para serem modelos das gerações futuras (ZOHARY, 2004).

Lins Neto et al. (2014) enfatizam que a interação entre os seres humanos e os vegetais pode não só beneficiar as variantes de uma espécie, mas também aumentar grupos de espécies na comunidade biótica. Em um estudo realizado na região do México Central, foi possível registrar dois tipos de manejo, o *in situ* (uso de plantas úteis de populações silvestres em seu ambiente natural) e o *ex situ* (ocorre fora do ambiente natural das plantas, ou seja, ambientes controlados pelo homem). O manejo *in situ* inclui 1) coleta, que obtém produtos úteis por meio das populações naturais; 2) tolerância, que mantém dentro dos ambientes antropizados as plantas selvagens úteis ou indivíduos com fenótipos particulares que existiam antes do homem transformar o ambiente; 3) indução ou promoção, a qual aumenta a densidade de uma população de espécies ou fenótipos úteis de uma espécie, incluindo o plantio de sementes ou a propagação intencional de estruturas vegetativas; e 4) proteção, que envolve ações para favorecer a permanência de plantas que são utilizadas pelos homens em áreas de vegetação manejada ou natural (ex. adubação e eliminação de predadores). Já o manejo *ex situ* inclui: 1) propagação artificial, com o plantio de sementes ou partes vegetativas e 2) transplante de plantas inteiras de seus habitats naturais para áreas manejadas (ex. quintais agroflorestais) (CASAS et al., 1997a).

Ao considerar os vários tipos de manejo, é importante destacar que a domesticação de culturas em conjunto com a evolução desencadeia divergências morfológicas e fisiológicas entre os indivíduos da espécie domesticada e a silvestre, ou

seja, ocorre a “síndrome de domesticação” (HARLAN, 1992; GEPTS, 2002; 2004). Vale ressaltar que os traços da síndrome mudam de acordo com a cultura e que se manifestam em diferentes intensidades (LIRA e CASAS, 1998). As várias características da síndrome incluem: aumento do fruto ou da semente, gigantismo, redução ou perda de dispersão de sementes, perda da dormência, mudança nas ramificações e estatura, redução de substâncias tóxicas e mudanças na sensibilidade ao fotoperiodismo (GEPTS, 2002). Koinange, Singh e Gepts (1996) relataram que a síndrome de domesticação na espécie *Phaseolus* sp. (feijão) pode ser registrada a partir de duas características, que são a dormência e a capacidade de dispersão das sementes, fatores esses que tornam o feijão dependente do manejo humano para sobreviver.

É importante ressaltar que a Mesoamérica é um dos principais centros de domesticação do mundo (GEPTS, 2004) a qual domesticou cerca de 200 espécies vegetais, dentre elas: o milho, o feijão e a pimenta (LIRA et al., 2009). Alguns estudos arqueológicos realizados na região registraram que a domesticação de vegetais pode ter iniciado a cerca de 10.000 anos (SMITH, 1997) e provavelmente foi uma das regiões em que surgiram os primeiros traços de agricultura no Novo Mundo (CASAS et al., 2003).

Mediante tal relação entre as plantas e as pessoas, os estudos etnobotânicos permitem registrar os usos e manejos de diferentes espécies e, conseqüentemente, auxiliar na compreensão dos processos de domesticação de populações de plantas (RODRÍGUEZ-ARÉVALO et al., 2006). No México são vários os estudos etnobotânicos que abordam a domesticação de vegetais da família Cactaceae (COLUNGA-GARCÍA, HERNÁNDEZ e CASTILLO, 1986; CASAS et al., 1997b; CASAS et al., 1999; CARMONA e CASAS, 2005; REYES-AGÜERO, RIVEIRA e FLORES, 2005; RODRÍGUEZ-ARÉVALO et al., 2006; PARRA et al., 2010; PARRA, BLANCAS e CASAS, 2012; CRUSE-SANDERS et al., 2013; PARRA et al., 2014), principalmente espécies colunares, que apresentam sinais avançados de domesticação e, são utilizadas por povos indígenas da região (CASAS et al., 1999). Algumas das espécies de Cactaceae estudadas são *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono, *Polaskia chichipe* (Gosselin) Backeberg, *Polaskia chende* (Gosselin) Gibson & Horak e *Escontria chiotilla* (F. A. C. Weber) (CASAS et al., 1997b; CRUZ e CASAS, 2002; ARELLANO e CASAS, 2003; CARMONA e CASAS, 2005).

O cacto colunar *S. stellatus* no Valle de Tehuacán-Cuicatlán e na Mixteca Baja (México) está passando por um processo de seleção artificial (CASAS et al., 1997b).

Grupos indígenas utilizam esta espécie na alimentação e estão realizando sua distinção e classificação a partir das características dos frutos, pois atributos como a cor do mesocarpo (polpa vermelha é comum em indivíduos selvagens e outras cores são comuns em indivíduos cultivados), o tamanho dos frutos (os menores geralmente são de indivíduos selvagens e os maiores dos cultivados), sabor (os mais doces de indivíduos cultivados e os mais azedos dos selvagens) e presença de espinhos (maior quantidade em indivíduos selvagens e menor quantidade nos cultivados) diferem os indivíduos silvestres dos cultivados. Tais observações demonstraram que provavelmente *S. stellatus* passa por um processo de domesticação, já que a seleção artificial tem efeito expressivo na variabilidade morfológica tanto nos indivíduos cultivadas como nos manejados *in situ* (CASAS et al., 1997b).

Um aspecto interessante descrito por Casas et al. (2006) a partir dos estudos realizados com indivíduos de *S. stellatus* foi que, populações manejadas apresentavam uma maior diversidade fenotípica do que as populações selvagens, evidenciando que o manejo de *S. stellatus* pelos humanos pode manter ou até aumentar a diversidade morfológica de tal espécie.

Situação semelhante também foi observada com as espécies *P. chende* e *E. chiotilla* em que os frutos dos indivíduos manejados apresentam uma maior quantidade de polpa, são maiores e mais pesados em relação aos dos indivíduos silvestres (CASAS, 2005). Outra espécie que se encontra em etapa incipiente de domesticação, no Valle de Tehuacán-Cuicatlán no México, é *Pachycereus hollianus* (F.A.C. Weber) Buxb. (Cactaceae) que é utilizada pelos habitantes na alimentação (ex. frutos) e na construção (ex. cercas vivas e madeira) (RODRÍGUEZ-ARÉVALO et al., 2006). Além dos estudos etnobotânicos, também vem sendo realizado estudos genéticos (ex. genética de populações), onde através do uso de marcadores moleculares é possível avaliar os níveis de diversidade genética entre as populações manejadas, cultivadas e silvestres de espécies vegetais que estejam sujeitas a seleção artificial (GEPTS, 2004; OTERO-ARNAIZ et al, 2005; CRUSE-SANDERS et al., 2013).

No Brasil, estudos que enfocam a relação pessoas/plantas através do uso e manejo vêm sendo realizados com algumas espécies alimentícias como, por exemplo, espécies da família Anacardiaceae (*Spondias tuberosa* Arruda) que, segundo Lins-Neto, Peroni e Albuquerque (2010), é uma espécie que se destaca nesta categoria na Região Semiárida Nordestina. Na comunidade rural de Carão, no município de Altinho (estado de Pernambuco), os residentes da comunidade relataram que a espécie é uma importante

alternativa econômica e que as principais formas de manejo são tolerância e coleta de frutos, sendo a coleta de frutos realizada a partir do sabor, tamanho e quantidade da polpa do fruto. Além disso, *S. tuberosa* representa um exemplo de espécie endêmica que está em processo de domesticação incipiente em um contexto Neotropical (LINSNETO, PERONI e ALBUQUERQUE, 2010).

Uma das espécies cultivadas mais estudadas no Brasil e de grande importância econômica no mundo é *Manihot esculenta* Crantz (mandioca) (PERONI, MARTINS e ANDO, 1999). Em um estudo realizado por Peroni, Martins e Ando (1999) em uma propriedade rural de agricultores tradicionais autóctones da região de Cananéia, litoral sul do estado de São Paulo, foi possível registrar um elevado número de variedades de mandioca (n=8) e que a frequência de uma dada variedade poderia aumentar de acordo com as necessidades culturais dos agricultores, ou seja, algumas etnovariedades são mantidas, consciente ou inconscientemente, porque além delas representarem a variação de outras características elas podem ser úteis futuramente.

Vale ressaltar que apesar da grande diversidade de Cactaceae no Brasil, não existem estudos que avaliem de forma específica o processo de domesticação de populações de cactos pelas comunidades humanas. Essa realidade evidencia a necessidade da realização de tais estudos, principalmente levando em consideração a grande dependência dessas espécies nas regiões semiáridas do Nordeste do Brasil, sobretudo para alimentação dos rebanhos.

2.2 USO DE CACTACEAE NO BRASIL

No Brasil, principalmente na região do semiárido, são vários os usos registrados para a família Cactaceae. Estudos etnobotânicos vêm descrevendo a diversidade de cactáceas e as potencialidades de usos atribuídos para tal família (LUCENA et al., 2005; ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006a; 2006b; ALBUQUERQUE, LUCENA e ALENCAR, 2010; NASCIMENTO, 2010; LUCENA et al., 2012a; 2012b; 2012c; 2013; 2014).

Entre as populações tradicionais, as cactáceas tem sido fonte para vários recursos, tais como: alimento humano, combustível, construção, forragem, mágico religioso, medicinal, ornamental, tecnologia e veterinário (AGRA et al., 2007; ALBUQUERQUE, 2001; ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002; ALBUQUERQUE,

ANDRADE e ALENCAR, 2010; ANDRADE-LIMA, 1989; ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006a; 2006b; ARAÚJO et al., 2008; LIMA, 1996; LUCENA et al., 2012a; 2012b; 2012c; 2013; 2014; 2015).

No uso como alimento humano, tanto os frutos são utilizados como também a polpa (miolo) de várias espécies (ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006a; LUCENA et al., 2013; 2015). Lucena et al. (2013) registraram em uma comunidade rural no semiárido do Nordeste, o uso do fruto *in natura* de oito espécies: *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru*, *Melocactus* sp., *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, *Opuntia ficus indica*, *Opuntia stricta* (Haw.) Haw., *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber) Byles & Rowley subsp. *gounellei*, *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi e *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P. Taylor & Stuppy. Já no semiárido baiano, o miolo (parênquima aquífero) da espécie *Melocactus* sp. é utilizada para fazer doce caseiro e o cladódio (“raquete” ou “folha”) da espécie exótica *O. ficus indica* é utilizada para alimentação em forma de salada ou para suco (ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006a). A tendência do uso do miolo (polpa) de *Melocactus* sp. também foi registrada em uma comunidade do semiárido paraibano no município de Lagoa (Paraíba, Nordeste do Brasil) (LUCENA et al., 2012b). Ademais, na comunidade de São Francisco (Paraíba, Nordeste do Brasil), um dos cactos mais utilizados na alimentação humana é *O. ficus indica*, a qual serve para receitas de doces, bolos, geleias, sopas ou é servida com feijão, carne e arroz (LUCENA et al., 2013).

O uso como combustível é limitado entre as cactáceas, pois são poucas as espécies arbóreas no semiárido paraibano. Ainda assim, Lucena et al. (2013, 2015) registraram o uso da madeira de duas espécies de cacto colunar (*C. jamacaru* subsp. *jamacaru* e *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*) para fazer lenha e utilizar nos fogões domésticos das comunidades rurais de São Francisco, município de Cabaceiras e, Santa Rita, no município do Congo (Paraíba, Nordeste do Brasil).

Tanto nas categorias rurais como nas domésticas, os cactos são utilizados pelas populações rurais (ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006a; LUCENA et al., 2013; 2015). Andrade, Marques e Zappi, (2006a) relataram que no semiárido baiano a medula lenhosa de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* e de *Pilosocereus catingicola* (Guerke) Byles & Rowley são transformadas em caibros, portas e janelas para as residências. Um uso interessante e ao mesmo tempo positivo, registrado no sertão baiano, foi a pintura das residências com a mucilagem de *O. ficus indica* associada a cal. Tal uso é realizado também no México e, segundo os moradores a mucilagem de *O. ficus indica*, além de

auxiliar na fixação da cal, também ajuda a prevenir insetos como *Triatoma* sp. (barbeiro) que causam problemas de saúde (ex. doença de Chagas) no município (ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006a). Com relação ao uso nas construções rurais, é comum no semiárido nordestino o uso do indivíduo completo das espécies *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* e *P. gounellei* subsp. *gounellei* para a confecção de cerca vivas (LUCENA et al., 2012a; 2012b; 2013; 2015).

O uso forrageiro dos cactos é proeminente no Brasil, pois a maioria das espécies é utilizada para alimentar caprinos, bovinos e ovinos do semiárido (ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006a; LUCENA et al., 2012c; 2013; 2015; NUNES et al., 2015). As espécies podem ser servidas aos animais cortadas em pedaços (com ou sem ração animal) (LUCENA et al., 2012a; 2012b) ou os indivíduos são queimados por completo para eliminar os espinhos (LIMA, 1996; LUCENA et al., 2013; 2015), como é realizado com a maioria das espécies. Andrade, Marques e Zappi (2006a) citaram que alguns residentes do semiárido baiano já utilizam de maçarico a gás para queimar os espinhos e “pelos” dos cactos e assim facilitar o manejo das espécies que são servidas aos animais. O estudo realizado por Lucena et al. (2013) destacou que o uso e manejo apropriado que ocorre em uma comunidade do semiárido paraibano da espécie exótica *O. ficus indica* pode ser uma alternativa para conservar espécies nativas como *P. gounellei* subsp. *gounellei* e *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*.

No uso mágico religioso, algumas espécies são plantadas em frente às residências (ex. jardins) para evitar o que os agricultores chamam de “mal olhado” e inveja (LUCENA et al., 2012a; 2012b; 2013; 2015). As espécies citadas para tal finalidade são: *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, *Melocactus* sp., *N. cochenillifera*, *P. gounellei* subsp. *gounellei* e *O. ficus indica* (LUCENA et al., 2012a; 2012b; 2013; 2015).

Vários estudos etnobotânicos já registraram o uso das cactáceas para fins terapêuticos (ALBUQUERQUE, 2001; ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002; ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006b, LUCENA et al., 2013; 2014; 2015). No município de Alagoinha, estado de Pernambuco, Albuquerque e Andrade (2002) registraram o uso da casca de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* para tratar problemas renais. Já Ribeiro et al. (2014) relatam o uso da mesma espécie na comunidade Serrado Zabelê, na Chapada do Araripe no estado do Ceará, para tratar enfermidades como asma e febre. No Cariri Paraibano, Agra et al. (2007) registraram que o uso da polpa de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb ingerida com mel ou açúcar serve para

tratar tosse, bronquite e debilidade física. No semiárido baiano uma das espécies mais utilizadas para fins medicinais é *O. ficus indica* sendo relatada para tratar onze problemas de saúde: quentura (“calor ou inflamação no intestino”), inflamação vaginal, infecção urinária, gripe, dor de barriga, reumatismo, ressecamento (prisão de ventre), engasgado (entalado), inflamação no útero, barriga inchada e disenteria (ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006b).

Já no semiárido paraibano, Lucena et al. (2014), ao realizarem um estudo em quatro comunidades rurais, registraram o uso de cinco cactos (*C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, *Melocactus* sp., *O. ficus indica*, *P. gounellei* subsp. *gounellei* e *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*) para tratar 27 tipos de doenças e, uma das espécies mais citadas foi *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, que é usada para tratar 15 enfermidades: colesterol, feridas, furúnculos, gastrite, gripe, infecção do trato urinário, inflamação, problemas de coluna, problemas da uretra, problemas nos rins, reumatismo, secreção vaginal, sinusite, tosse e úlceras. A segunda espécie mais citada foi *Melocactus* sp., sendo utilizada para tratar 11 enfermidades: ameba, bronquite, cálculo renal, catarro, coqueluche, fadiga, gripe, problemas na garganta e nos pulmões e tosse.

Na ornamentação, as residentes das comunidades (mulheres) rurais do semiárido afirmam plantar os cactos em seus quintais e jardins. Duas espécies bastante citadas pelas mulheres são *Melocactus* sp. (LUCENA et al., 2012a; 2012b; 2013; 2015) e *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* (LIMA, 1996; LUCENA et al., 2012a; 2012b; 2013; 2015) contudo, outras espécies também são apreciadas pelos mantenedores familiares (homens e mulheres), tais como: *P. gounellei* subsp. *gounellei* (LUCENA et al., 2012a; 2012b, 2013; 2015) e *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* (LIMA, 1996; LUCENA et al., 2013; 2015).

Na categoria veterinária, Lucena et al. (2013, 2015) registraram, no Cariri Paraibano, o uso da polpa (miolo) da espécie *P. gounellei* subsp. *gounellei* para desengasgar animais (ex. caprino). Já Lucena et al. (2012a) registraram o uso de duas espécies para tratar enfermidades dos animais, sendo uma delas *Melocactus* sp., em que a polpa do cladódio é inserida dentro da água das galinhas que estão com gripe (“gogo”) e, a outra espécie, *P. gounellei* subsp. *gounellei*, foi citada para tratar inflamações, sendo utilizada a polpa (miolo) para o uso tópico. Já no sertão baiano, segundo ANDRADE, MARQUES e ZAPPI (2006a), o espinho de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* é usado para costurar o parto das vacas.

A partir dos estudos etnobotânicos registrados na região do Nordeste do Brasil é possível observar a importância social, econômica e cultural que as várias espécies de Cactaceae possuem para as populações tradicionais da região. Contudo, é notável a importância de outros estudos etnobotânicos que investiguem de forma mais minuciosa a relação homem/cactáceas, para registrar não só as potencialidades das espécies mais também as formas de interação e manejo dos cactos nativos do semiárido nordestino.

2.3. *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*

Uma das famílias que participam da diversidade da flora mundial é a Cactaceae (ORTEGA-BAES e GODÍNEZ-ÁLVAREZ, 2006), com suas adaptações morfológicas e fisiológicas, que podem ocorrer em habitat terrestre, epifítico e rupícola (CASTRO, 2008). De acordo com Hunt, Taylor e Charles (2006), a família de Cactaceae apresenta 124 gêneros e cerca de 1.440 espécies, das quais, 260 espécies ocorrem no Brasil (ZAPPI e TAYLOR, 2008; ZAPPI et al., 2015) e 105 espécies estão na região Nordeste (ZAPPI et al., 2015). Considerando o centro de diversidade do Brasil, este se encontra no oriente nos estados de Minas Gerais e Bahia, com 36 e 33 taxóons endêmicos, respectivamente.

No Brasil, um dos gêneros registrados é *Cereus* que está localizado em vários biomas, como Caatinga, Cerrado, Campos rupestres e Mata Atlântica (TAYLOR e ZAPPI, 2008). Uma das espécies pertencentes a tal gênero é *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (subfamília Cactoideae, grupo Cereoideae), um cacto colunar conhecido popularmente como cardeiro, jamacaru, mandacaru, mandacaru-de-boi, mandacaru-facheiro, jamaracurú, jumucurú, mandacaru-de-faixa, jumarucú, cumbeba e urumbeba (ZAPPI e AONA, 2014). Tal espécie está presente em todo Nordeste brasileiro, nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte (HUNT et al., 2006; SILVA e ALVES, 2009; ZAPPI e AONA, 2014; TAYLOR et al., 2015), são de porte arbustivo/arbóreo e se desenvolve em solos rasos, em cima de rochas e solos pedregosos (LIMA, 1996; ROCHA e AGRA, 2002).

Cavalcanti e Resende (2007) verificaram que tal espécie apresenta altura variando entre 3,75 e 6,54 m. A partir do tronco principal ocorre brotações laterais, o caule apresenta espinhos rígidos e no interior grande quantidade de água. Segundo

Rocha e Agra (2002) os frutos são do tipo baga (10-13 x 5-9 cm), ovoide, deiscente; róseo a vermelho, polpa branca e mucilaginosa e sementes com 1,5-2,5 mm de comprimento.

As flores são de antese noturna, medem de 14-18 cm, são alvo esverdeadas, isoladas, sésseis; possuem inúmeros estames, os filetes são inseridos no perianto e apresentam anteras globosas, são visitadas por morcegos e mariposas e, geralmente, floram de janeiro a agosto (BRAGA, 1960; ROCHA e AGRA, 2002). Os frutos são frequentes entre os meses de fevereiro e setembro (ROCHA e AGRA, 2002).

Em períodos de seca do semiárido nordestino, *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* é uma das principais fontes de alimento para os animais (CAVALCANTI e RESENDE, 2007; LUCENA et al., 2012a; 2013; 2015; NUNES et al., 2015), sejam os selvagens, como pássaros (GOMES, QUIRINI e ARAUJO, 2014), sejam os domesticados, como caprinos (LUCENA et al., 2013) e bovinos (LUCENA et al., 2012a). Além disso, os frutos são bastante apreciados na alimentação humana por agricultores do cariri paraibano (LUCENA et al., 2013). No sertão baiano, Andrade, Marques e Zappi (2006a) relataram que além de ser utilizado na alimentação humana (fruto) tal espécie também é usada na alimentação animal (cladódio queimado), na ornamentação de jardins e na construção doméstica (portas e janelas).

Nas regiões paraibanas do Seridó (LUCENA et al., 2012a), Sertão (LUCENA et al., 2012b) e Cariri (LUCENA et al., 2013; 2015) o uso de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* foi registrado em diversas categorias: alimento humano (fruto *in natura*), forragem (queimado para forrageio), construção (rural e/ou doméstica), medicinal (tratar inflamações), tecnologia (madeira usada para colher de pau ou cabo de ferramentas), ornamental, sombra e veterinário (garrafada do miolo (polpa) para a má digestão dos animais).

Apesar de ser registrado o uso do fruto *in natura* em várias comunidades rurais do Nordeste do Brasil, muitos entrevistados não o consomem frequentemente, por preconceitos ou crenças. Alguns afirmam que a polpa do fruto remete a ovos de sapo ou “espuma de sapo” devido a sua textura e coloração e, além disso, alguns também afirmam que o consumo pode ser um risco a saúde devido ao “mito” que quando ingerida, as sementes podem causar apendicite (CRUZ, PERONI e ALBUQUERQUE, 2013).

Em vários Estados do Nordeste a espécie é citada para usos medicinais, como o uso para tratar doenças renais no estado de Pernambuco (ALBUQUERQUE e

ANDRADE, 2002), para tratar doenças respiratórias no estado da Paraíba (AGRA, 1996; ALBUQUERQUE, 2001; LUCENA et al., 2012b; 2015), para tratar inflamação genital, sífilis e hemorroidas no estado da Bahia (ANDRADE, MARQUES e ZAPPI, 2006b), para tratar colesterol alto no estados de Ceará, Piauí e Paraíba (MAGALHÃES, 2006; LUCENA et al., 2012b), para tratar úlceras de estômago (AGRA et al., 2007; LUCENA et al., 2012b) e problemas de excesso de fluxo sanguíneo na menstruação (LUCENA et al., 2015) no estado da Paraíba. Lucena et al. (2014) ao realizarem um estudo em quatro comunidades do semiárido nordestino registraram que *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* foi uma das espécies mais citadas na categoria medicinal, sendo citada para tratar 16 problemas de saúde: problemas de coluna, secreção vaginal, tosse, colesterol, feridas, gastrite, furúnculos, infecção do trato urinário, gripe, inflamação, reumatismo, sinusite, problema nos rins, problemas na uretra e ulcera.

Além das várias categorias em que *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* se enquadra, no Seridó paraibano, a espécie também é utilizada como bioindicador de fenômenos naturais, em que a floração indica uma boa estação chuvosa (LUCENA et al., 2012a).

Um estudo realizado na comunidade rural no município do Congo, Paraíba, registrou uma maior frequência de indivíduos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* em áreas antropizadas (ex. jardins de residências, quintais e áreas de cultivo) o que, consequentemente, pode estar ocorrendo devido ao manejo *ex situ* da espécie que é cultivada próxima às residências para ser utilizada como alimento, forragem e ornamental (LUCENA et al., 2015). Tal prática de manejo *ex situ* é conhecida como plantação, em que a propagação artificial é realizada a partir de estruturas reprodutivas vegetativas ou sexuais que são removidas de indivíduos de populações selvagens (CASAS e CABALLERO, 1996).

Já em uma comunidade rural do Nordeste do Brasil, no estado de Pernambuco, mais de 50% dos respondentes afirmaram eliminar o mandacaru das áreas de cultivo alegando que os indivíduos não oferecem tantos benefícios e, além disso, ocupam espaço e apresentam espinhos, que seriam como características negativas (CRUZ, PERONI e ALBUQUERQUE, 2014).

Vale ressaltar que apesar dos vários potenciais de uso que o mandacaru possui, são escassos os estudos sobre manejo e domesticação de tal espécie. Com base em tais informações, pode-se notar que *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* é uma cactácea colunar nativa que torna-se um modelo interessante para se estudar o processo de domesticação assim como os aspectos culturais e econômicos que envolvem a seleção artificial.

REFERÊNCIAS

AGRA, M.F. Plantas da medicina popular dos Cariris Velhos, Paraíba, Brasil. Editora União, João Pessoa. 1996.

AGRA, M.F. et al. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n.3, p. 323-330, 2007.

ALBUQUERQUE, U.P. The Use of Medicinal Plants by the Cultural Descendants of African People in Brazil. **Acta Farm. Bonaerense**, v. 20, n. 2, p. 139-144, 2001.

ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (nordeste do Brasil). **Interciencia**, v. 27, p. 336–346, 2002.

ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; ALENCAR, N. L. Métodos e técnicas para a coleta de dados. In: ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; CUNHA, L. V. F. C. (Eds). **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**. Recife: Editora NUPEEA, p. 40-64., 2010.

ANDRADE-LIMA, D. de. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 243p. 1989.

ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. Tipos conexivos para definir categorias utilitárias. **Sitientibus**, Série Ciências Biológicas, Feira de Santana, v. 6 (Etnobiologia), p. 3-12, 2006a.

_____. Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 3, p. 36-42, 2006b.

ARAÚJO, T.A.S.; ALENCAR, N.L.; AMORIM, E.L.C.; ALBUQUERQUE, U.P. A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 72-80, 2008.

ARELLANO, E.; CASAS, A. Morphological variation and domestication of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán Valley, Central Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.50, p. 439-453, 2003.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 2. ed. Fortaleza: ESAM, 1960.

CARMONA, A.; CASAS, A. Management, phenotypic patterns and domestication of *Polaskia chichipe* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. **Journal of Arid Environments**, v.60, p. 115-132, 2005.

CASAS, A.; CABALLERO, J. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Fabaceae: mimosoideae) in the mixtec region of Guerrero, Mexico. **Economic Botany**, v. 50, n. 2, p. 167-181, 1996.

CASAS, A. et al. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, v. 61, p. 31-47, 1997a.

CASAS, A. et al. Ethnobotany and domestication in Xoconochtlí, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae), in the Tehuacán Valley and la mixteca baja, Mexico. **Economic Botany**, v. 51, n. 3, p. 279-292, 1997b.

CASAS, A. et al. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central México. **American Journal of Botany**, v. 84, n. 4, p. 522-533, 1999.

CASAS, A. Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica. In: RENDÓN, B.; REBOLLAR, S.; CABALLERO, J.; MARTÍNEZ, M.A.; PÉREZ, M.A. (Eds.). **Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del Siglo XXI**. UAM Iztapalapa/ SEMARNAP, México. Pp. 123-157, 2001.

CASAS, A.; BARBERA, G. Mesoamerican domestication and diffusion. Em: P.S. Nobel (Ed.), **Cacti: Biology and Uses**. California University Press. California, Los Angeles, pp. 143-162, 2002.

CASAS, A. et al. Manejo y domesticación de cactáceas en Mesoamérica. **Zonas Áridas**, n. 7, p.75-98, 2003.

CASAS, A. Evolución bajo domesticación en cactáceas columnares Mesoamericanas. In: ALBUQUERQUE, U. P.; ALVES, A. G. C.; SILVA, A. C. B. L.; SILVA, V. A. **Atualidade em Etnobiologia e Etnoecologia** - 2ª edição. Editora Livro Rápido/NUPEEA. p. 109-122, 2005.

CASAS, A. et al. Maintenance of phenotypic and genotypic diversity in the managed populations of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) by indigenous peoples in Central Mexico. **Biodiversity and Conservation**, v.15, p. 879-898, 2006.

CASAS, A. et al. *In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica. **Annals of Botany**, v. 100, p. 1101-1115, 2007.

CASAS, A. et al. Manejo y domesticación de plantas en Mesoamérica. Una estrategia de investigación y estado del conocimiento sobre los recursos genéticos. In: CASAS, A.; TORRES-GUEVARA, J.; PARRA, F. (Orgs.). **Domesticación en el continente americano. Investigación para el manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo**. cap.3, v.2, p. 69-102, 2017.

CASTRO, J.P. Números cromossômicos em espécies de Cactaceae ocorrentes no Nordeste do Brasil, **Dissertação de mestrado (Mestrado em Agronomia)**, Universidade Federal da Paraíba-Centro de Ciências Agrárias, Areia, 70p. 2008.

CAVALCANTI, N.B.; RESENDE, G.M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* RITTER), xiquexique (*Pilosocereus gounelli* (A. WEBWR EX K. SCHUM.) BLY. EX ROWL.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* BRITTON & ROSE). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 28-35, 2007.

CLEMENT, C.R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, p. 188-202, 1999.

CLEMENT, C. R.; DE CRISTO-ARAÚJO, M.; D'EECKENBRUGGE, G. C.; ALVES PEREIRA, A.; PICANÇO-RODRIGUES, D. Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. **Diversity**, v. 2, n.1, p.72-106, 2010.

COLUNGA-GARCÍA, M.P.; HERNÁNDEZ, X.E.; CASTILLO, A. Variación morfológica, manejo agrícola y grados de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío guanajuatense. **Agrociencia**, v. 65, p. 7-49, 1986.

CRUSE-SANDERS, J.M. et al. Managing diversity: Domestication and gene flow in *Stenocereus stellatus* Riccob. (Cactaceae) in Mexico. **Ecology and Evolution**, v. 3, n. 5, p. 1340-1355, 2013.

CRUZ, M., CASAS, A. Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in Central Mexico. **Journal Arid Environment**, v. 51, p. 561-576, 2002.

CRUZ, M.P.; PERONI, N.; ALBUQUERQUE, U.P. Knowledge, use and management of native wild edible plants from a seasonal dry forest (NE, Brazil). **Journal Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 79, p. 1-20, 2013.

DARWIN, C.H. **The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. John Murray, London, 1859.

DIAMOND, J. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. **Nature**. v.418, p. 700-707, 2002.

DOEBLEY, J. F.; GAUT, B. S.; SMITH, B.D. The molecular genetics of crop domestication. **Cell**, v. 127, p. 1309-1321, 2006.

FRARY, A.; DOGANLAR, S. Comparative genetics of crop plant domestication and evolution. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 27, p. 59-69, 2003.

GEPTS, P. A comparison between crop domestication, classical plant breeding, and genetic engineering. **Crop Science**. v. 42, p. 1780-1790, 2002.

GEPTS, P. Crop domestication as a long-term selection experiment. In: **Plant Breeding Reviews**. v. 24, part 2, Ed Jule Janick. p. 1-44. 2004

GOMES, V.G.N.; QUIRINO, Z.G.M.; ARAUJO, H.F.P. Frugivory and seed dispersal by birds in *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.74, n.1, p. 32-40, 2014.

GROSS, B.L.; ZHAO, Z. Archaeological and genetic insights into the origins of domesticated rice. **PNAS**, v. 111, n. 17, 2014.

HARLAN, J.R. **Crops and Man**. Foundation for Modern Crop Science. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1975.

HARLAN, J. R. **Crops and Man**. 2ed. Madison: American Society of Agronomy, 1992. Crop Science Society of America.

HUNT, D.R., TAYLOR, N.P., CHARLES, G. (eds.) 2006. **The New Cactus Lexicon**. Dh Books.

KOINANGE, E.M.K.; SINGH S.P.; GEPTS P. Genetic control of the domestication syndrome in common bean. **Crop Science**, v. 36, p. 1037–1045, 1996.

LIMA, J.L. **Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades**. Petrolina: EMBRAPA. 44p. 1996.

LINS-NETO, E.M.F.; PERONI, N.; ALBUQUERQUE, U. Traditional knowledge and management of Umbu (*Spondias tuberosa*, Anacardiaceae): an endemic species from

the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Economic Botany**, v. 64, n.1, p. 11-21, 2010.

LINS-NETO, E.M.F. et al. Brazilian and Mexican experiences in the study of incipient domestication. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 10, n. 33, p. 1-12, 2014.

LIRA, R.; CASAS, A. Uso y manejo de *Ibervillea millspaughii* (Cogn.) C. Jeffrey, *Melothria pendula* L. y otras especies silvestres de la familia Curcubitaceae: posibles procesos de domesticación incipiente. **Boletín de la Sociedad Botánica del México**. v. 62, p. 77-89, 1998.

LIRA, R. et al. Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. **Economic Botany**, v. 63, n.3, p. 271-287, 2009.

LUCENA, R. F. P.; DE ARAÚJO, H. F. P.; MOURÃO, J. S.; ALBUQUERQUE, U. P. **A flor chegou, chuva avisou: meteorologia popular no semiárido paraibano**. Atualidades em Etnobiologia e Etnoecologia. Vol. 2. Recife: Editora NUPEEA, 205 p., 2005.

LUCENA, C. M et al. Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede (Paraíba, Nordeste do Brasil). **Revista de Biologia e Farmácia (Biofar)**, volume especial, p. 121-134, 2012a.

LUCENA, C. M. et al. Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste do Brasil). **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 281-291, 2012b.

LUCENA, R.F.P. et al. Uso de recursos vegetais da Caatinga em uma comunidade rural do curimataú paraibano (Nordeste do Brasil). **Polibotânica**, n. 34, p. 217-238, 2012c.

LUCENA, C. M. et al. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 62, p. 1-11, 2013.

LUCENA, C.M. et al. Potencial medicinal de cactáceas en la región semiárida del Nordeste de Brasil. **Gaia Scientia**, Volume Especial Populações Tradicionais, p. 36-50, 2014.

LUCENA, C.M. et al. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Gaia Scientia**, Edição Especial Cactaceae, v. 9, n. 2, p. 77-90, 2015.

LUNA-MORALES, C. Recolección, cultivo y domesticación de cactáceas columnares en la Mixteca Baja, México. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v.10, n. 2, p. 95-102, 2004.

MACNEISH, R.S. **The Origins of Agriculture and Settled Life**. Norman and London: University of Oklahoma Press; 1992.

MAGALHÃES, A. **Perfil etnobotânico e conservacionista das comunidades do entorno a Reserva Natural Serra das Almas, Ceará-Piauí, Brasil**. Ceará. 2006. 81f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal do Ceará.

NABHAN, G. et al. Devil's claw domestication: evidence from Southwestern indian fields. **Journal of Ethnobiology**, v. 1, n. 1, p. 135-164, 1981.

NASCIMENTO, V. T. **Estudo comparativo de plantas alimentícias em comunidades rurais da caatinga pernambucana e paraibana: etnobotânica, potencial econômico e conteúdo nutricional**. Tese de Doutorado em Biotecnologia. UFRPE. Recife. 146f. 2010.

NUNES, A.T. et al. Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 11, n. 12, p. 1-12, 2015.

ORTEGA-BAES, P.; GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H. Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, n. 3, p. 817-827, 2006.

OTERO-ARNAIZ, A. et al. Genetic variation and evolution of *Polaskia chichipe* (Cactaceae) under domestication in the Tehuacán Valley, Central Mexico analyzed by microsatellite polymorphism. **Molecular Ecology**, v. 14, n. 6, p.1603-1611, 2005.

OTERO-ARNAIZ, A. et al. Evolution of *Polaskia chichipe* (Cactaceae) under domestication in the Tehuacán valley, central Mexico: reproductive biology. **American Journal of Botany**, v.90, n. 4, p. 593-602, 2003.

PARRA, F. et al. Evolution under domestication: ongoing artificial selection and divergence of wild and managed *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) populations in the Tehuacán Valley, Mexico. **Annals of Botany**, v. 106, p. 483-496, 2010.

PARRA, F.; BLANCAS, J. J.; CASAS, A. Landscape management and domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley: human guided selection and gene flow. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 8, n. 32, p. 1-17, 2012.

PARRA, F. et al. Spatial distribution of genetic variation of *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxb. in Mexico: analysing evidence on the origins of its domestication. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 62, n. 6, p. 893-912, 2014.

PERONI, N.; MARTINS, P.S.; ANDO, A. Diversidade inter- e intra- específica e uso de análise multivariada para morfologia da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): um estudo de caso. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 3, 1999.

PICKERSGILL, B. Domestication of plants in the Americas-insights from mendelian and molecular genetics. **Annals of Botany**, v. 100, p. 925-940, 2007.

REYES-AGÜERO, J.A.; RIVERA, J.R.A.; FLORES, J.L.F. Variación morfológica de *Opuntia* (Cactaceae) en relación con su domesticación en la altiplanicie meridional de México. **Interciencia**, v. 30, n. 8, p. 476-484, 2005.

RIBEIRO, D.A. et al. Promising medicinal plants for bioprospection in a Cerrado area of Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 155, n. 3, p. 1522-1533, 2014.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do Pico do Jabre, Brasil: Cactaceae juss. **Acta Botânica Brasileira**, n.16, p.15-21, 2002.

RODRÍGUES-ARÉVALO, I. et al. Uso, Manejo y procesos de domesticación de *Pachycereus hollianus* (F.A.C. WEBER) BUXB. (CACTACEAE), em El Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. **Interciencia**, v. 31, n. 9, p. 677-685, 2006.

SILVA, L. R.; ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de “mandacaru”. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 2, p. 199-205, 2009.

SMITH, B.D. The initial domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago. **Science**, v. 276, p. 932-934, 1997.

TAYLOR, N.; SANTOS, M.R.; LAROCCA, J.; ZAPPI, D. Cactaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB700>. Acesso em: 09 dez. 2015.

VILLARREAL, D.Z.; MARÍN, P.C.G. El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica. **Revista de Geografía Agrícola**, v. 41, p. 85-113, 2008.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**. v. 4, n. 1, 2008.

ZAPPI, D.; AONA, L. **Cactaceae in Flora brasiliensis revisitada**. Disponível em: <http://flora.cria.org.br>. Acesso em: 10 nov. de 2014.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, M.R.; LAROCCA, J. *Cactaceae*. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.

Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1447>, acesso em outubro de 2015.

ZIZUMBO-VILLARREAL, D.; COLUNGA-GARCÍAMARÍN, P. Origin of agriculture and plant domestication in West Mesoamerica. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 57, n. 6, p. 813–825, 2010.

ZOHARY, D. Unconscious selection and evolution of domesticated plants. **Economic Botany**. v. 58, n. 1, p. 5-10, 2004.

4. ARTIGO I

Manejo tradicional e diversidade genética de *Cereus jamacaru* DC. subsp.

***jamacaru* (Cactaceae) no semiárido do Brasil**

Nas normas para publicação na revista *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*

Revista Web Qualis A2

(ANEXO VI)

Manejo tradicional e diversidade genética de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) no semiárido do Brasil

Camilla Marques de Lucena^{1*}, Héran Alvarado-Sizzo²; Alejandro Casas²; Natan Medeiros Guerra³; Thamires Kelly Nunes Carvalho⁴; Carmen Julia Figueredo²; Reinaldo Farias Paiva de Lucena⁴; Maristela Oliveira de Andrade⁵

¹Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa, Paraíba, Brasil, CEP: 58051-900.

²Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711, Morelia, Michoacán 58190, México.

³Mestrando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, Paraíba, Brasil, CEP: 58397-000.

⁴Professor da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Sistemática e Ecologia. Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. João Pessoa, Paraíba, Brasil, CEP: 58051-900.

⁵ Professora da Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. João Pessoa, Paraíba, Brasil, CEP: 5801-970.

*Autor para correspondência: E-mail: camillamlucena@gmail.com

RESUMO

Cereus jamacaru subsp. *jamacaru*, conhecido como mandacaru, é um cacto colunar nativo de alto potencial de uso. É utilizado como uma das principais fontes de alimento para animais no semiárido da região nordeste do Brasil. Nesse sentido, o presente caracterizou o conhecimento, uso, manejo e a possibilidade da existência do processo de domesticação dessa espécie em uma comunidade rural do semiárido do Brasil. Entrevistas semiestruturadas foram realizadas com 100% dos mantenedores domiciliares (n=104). Realizaram-se análises genéticas a fim de avaliar a estrutura e diversidade genética de populações submetidas a diferentes tipos de manejo. Foram selecionados e georeferenciados 90 indivíduos, sendo 30 por população (silvestre, manejada e cultivada). A partir das entrevistas foi possível registrar que a forragem foi a categoria de maior relevância para os agricultores. Foram registrados tanto manejos do tipo *in situ* (coleta e tolerância) como *ex situ* (plantio e transplante). Considerando a diversidade genética, não houve diferença significativa entre as populações silvestre, cultivada e manejada. Na análise de variância molecular (AMOVA) foi possível observar que a maior parte da variação ocorre dentro das populações (99.76%). Baseado na distância genética de Nei foi possível registrar no dendograma, que a população cultivada segue mais distinta da população silvestre e manejada. Os vários tipos de uso e de manejo realizados pelos agricultores de Santa Rita evidenciou o alto valor cultural e econômico do mandacaru para a comunidade. Manejos do tipo *in situ* (ex. coleta) podem estar associados com o processo de domesticação incipiente, já que ocorre a seleção artificial dos indivíduos da espécie.

Palavras chaves: mandacaru, Caatinga, etnobotânica, diversidade genética, manejo, domesticação.

INTRODUÇÃO

Estudos etnobotânicos têm registrado e analisado a interação entre pessoas e plantas, e uma grande diversidade de uso e tipos de manejo de indivíduos (Nilsen et al. 2005; Villalobos et al. 2007; Blancas et al. 2009; Lins Neto et al. 2010; Delgado-Lemus et al. 2014), de populações (Casas et al. 2006; Yineger et al. 2008; Cruse-Sandres et al. 2013; Torres et al. 2015), florestas (Casas et al. 1997a; Vallejo et al. 2013; Vallejo-Ramos et al., 2016) e paisagens (Parra et al. 2012; Cruse-Sandres et al. 2013; Chen et al. 2015; Casas e Parra, 2016) têm sido observados e identificados.

Nas comunidades tradicionais rurais existem algumas formas de manejo que não são consideradas nem agricultura nem coleta simples, mas um manejo incipiente que é menos complexo que o agrícola (Casas et al. 1996b, 1997a, 2007, 2014). Vale ressaltar que o manejo pode ser *in situ* ou *ex situ*, sendo o primeiro baseado em métodos que são desenvolvidos em áreas que os vegetais ocorrem naturalmente como as florestas ou em áreas criadas pelo homem, como em locais de pastagem e, o segundo é realizado fora da área natural dos vegetais (Blancas et al. 2010).

Um dos primeiros conceitos de domesticação relata que este é um processo evolutivo em que animais e plantas diferem de seus silvestres a partir de modificações morfológicas e/ou fisiológicas que surgem da relação homem/animal ou homem/planta (Darwin, 1859). Estudos sobre o manejo de plantas são essenciais para analisar e entender o processo de domesticação de plantas, tornando-se possível compreender as práticas associadas à seleção humana e suas razões culturais, os métodos de seleção que afetam as populações vegetais e, principalmente, avaliar como o manejo tradicional pode colaborar no uso sustentável do recurso natural (Gonzalez-Soberanis & Casas, 2004; González-Insuasti et al. 2008; Casas et al. 2016). O conceito de domesticação adotado em nosso estudo considera que tal processo evolutivo é conduzido pelo homem e abrange mudanças genéticas nas plantas, resultando em fenótipos desejáveis para atender as necessidades culturais e socioeconômicas (Gepts, 2004; Doebley et al. 2006).

Esse processo pode acontecer de forma consciente ou com uma clara intencionalidade, quando os indivíduos com fenótipos convenientes são deliberadamente protegidos e conservados para sobreviver e se reproduzir em áreas antropogênicas. Ou, de forma involuntária, em que os indivíduos com características interessantes são movidos para ambientes controlados (ex. quintais) que proporcionam a manutenção, preconizando a eliminação dos indivíduos que não possuem a

característica desejável (Zohary, 2004). Além disso, o manejo não só é influenciado pelo conhecimento tradicional sobre plantas como também pelos valores culturais humanos que podem causar alterações na disponibilidade e qualidade desses recursos (Blancas et al. 2013). Outros fatores que podem influenciar o manejo são a distância entre a área dos recursos e o local em que será utilizado, o local que se encontra o recurso e a possibilidade de manejo ao considerar as características biológicas do vegetal (González-Insuasti e Caballero, 2007).

A região da Mesoamérica é considerada como um dos principais centros de domesticação de vegetais, isto porque possui grande diversidade florística unida a herança cultural de povos tradicionais (ex. indígenas ou povos mestiços estabelecidas em uma área por um longo período) que usam e manejam plantas nativas como os cactos colunares, para satisfazer as necessidades culturais, sociais, econômicas e até tecnológicas (Casas et al., 1999; Casas et al., 1997a; Arellano e Casas, 2003). No México, vários estudos relatam práticas semelhantes (Casas et al., 1999; Carmona e Casas, 2005; Rodríguez-Arévalo et al., 2006; Parra et al., 2010; 2012) como *Pachycereus hollianus* (F.A.C. Weber) Buxb. que é utilizada na alimentação humana (ex. fruto) e na construção rural (ex. cerca viva) por populações do Valle de Tehuacán-Cuicatlán e, se encontra em etapa de domesticação incipiente (Rodríguez-Arévalo et al., 2006). Dados assim são essenciais para compreender os motivos que desencadeiam o processo de domesticação (Rodríguez-Arévalo et al. 2006).

No Brasil, em regiões de clima semiárido como a Caatinga, inúmeras espécies vegetais nativas são utilizadas por populações tradicionais (Albuquerque e Andrade, 2002; Sousa Júnior et al. 2013; Campos et al. 2015; Nunes et al. 2015; Zank et al. 2015). Os cactos nativos dessa região, como *Pilosocereus gounellei* subsp. *gounellei*, *Melocactus* sp. e *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi são citados em vários os estudos etnobotânicos que tem registrado a relevância econômica, social e cultural que tais espécies possuem para grupos humanos, como os agricultores (Lucena et al. 2013, 2014; Nunes et al. 2015); entretanto, são poucos os estudos que enfocam o manejo e possível domesticação de espécies da família Cactaceae.

No caso de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*, estudos vêm demonstrando a relevância desse cacto colunar a partir do registro do seu potencial de uso, mas ainda não há dados detalhados do manejo da espécie (Albuquerque e Andrade, 2002; Magalhães, 2006; Lucena et al. 2012a;b, 2013, 2014), e as possíveis consequências

fenotípicas e genotípicas de populações manejadas. Também conhecido como cardeiro ou mandacaru, tal cacto ocorre em toda a Região Nordeste do Brasil (Zappi e Aona, 2014) e, em períodos de seca, é uma das principais fontes de alimento para animais do semiárido (ex. uso de galhos cortados) (Cavalcanti e Resende, 2007; Lucena et al. 2013). Os indivíduos são utilizados na alimentação humana (ex. consumo do fruto in natura) (Lucena et al., 2013), na alimentação animal (ex. uso do galhos cortados), na ornamentação dos jardins e quintais das casas (Andrade et al. 2006), construção rural (ex. cerca viva) e doméstica (ex. portas e janelas), tecnologia (ex. cabos de ferramenta), medicinal (ex. tratamento de inflamações) (Júnior et al. 2011) e sombra (Lucena et al., 2012a;b, 2013).

Com base em tais considerações, a partir do potencial utilitário e importância socioeconômica e cultural de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* para populações tradicionais, torna-se relevante que estudos investiguem os tipos de manejo e a provável ocorrência de seleção artificial associada com o manejo dessa espécie, como tem sido documentado para outras espécies no México (Casas et al., 2007).

Nesse sentido, esse estudo teve como meta responder as seguintes perguntas: É perceptível, entre os agricultores, a possível existência de algum tipo de variação morfológica de indivíduos de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* (mandacaru) de ambientes silvestres e antropogênicos? Os agricultores preferem coletar *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* (mandacaru) em algum lugar específico? É realizado plantio ou cultivo *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* (mandacaru)? Como? Eles selecionam propágulos de algum indivíduo específico? Como?

Os questionamentos supracitados estão baseados na hipótese de que as diferentes formas de uso e manejo das populações de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* promovem o seu processo de domesticação, e que a espécie tanto pode ser manejada *in situ* como *ex situ*. Por conseguinte, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o conhecimento, uso, manejo e a possibilidade da existência do processo de domesticação de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (mandacaru) em uma comunidade rural do semiárido do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na comunidade rural Santa Rita no município do Congo, Microrregião do Cariri Ocidental e Mesorregião da Borborema, do estado da Paraíba, nas coordenadas geográficas de 07°47'49'' S e 36°39'36'' O, distando 212 km de João Pessoa, capital do Estado (Figura 1). A população do município é de 4.785 habitantes, distribuídas numa área de 333,471 km² que tem como municípios paraibanos limítrofes de Serra Branca (Norte), Coxixola e Caraúbas (Leste), Camalaú e Sumé (Oeste) e Santa Cruz do Capibaribe no estado de Pernambuco (Sul) (IBGE, 2016). O município apresenta cerca de dez comunidades rurais (Sítio Riachão; Salina; Riacho do Algodão; Lagoa da Ilha; Santa Rita; Barra do Rio I; Barra do Rio II; Carmo I; Ventura e Sítio Laginha).

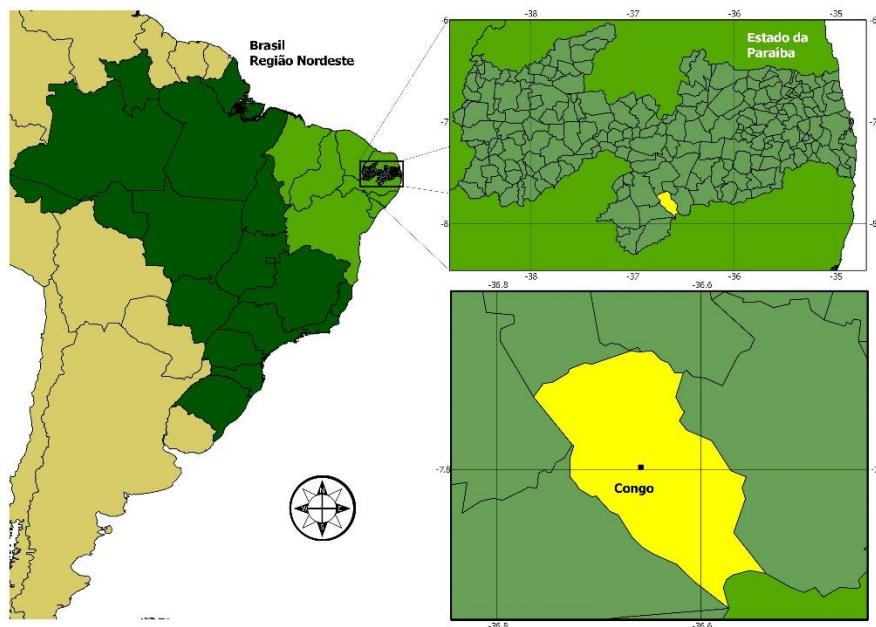


Figura 1. Localização do município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. (Fonte: Lucena et al. 2015).

O clima é tropical semiárido, com precipitação média anual é de 431,8 mm, temperaturas elevadas (entre 18° C e 32° C) e forte evaporação (AESA, 2013).

O município apresenta poucos corpos de água (ex. rio Paraíba, o qual é abastecido pela transposição do rio São Francisco), além disso, as condições reduzidas de armazenamento de água subterrânea gera um aumento no risco de desertificação na região (SOUSA et al. 2012).

Com relação à geomorfologia, o município apresenta afloramento de rochas em longos fragmentos, além de lajedos e solos pedregosos com vários seixos. O tipo de

solo que predomina é o Luvissole Crômico, ocorrendo também Neossolo Litólico e Solonetz (AESAs, 2013). E a vegetação é representada por caatinga arbustiva-arbórea aberta (MMA, 2008).

A comunidade de Santa Rita está localizada próxima de inselberg, denominada Serra da Engabelada, a qual possui geofomas de blocos de rochas graníticas que apresentam registros rupestres (cerca de 22 inscrições). A elevação chega a aproximadamente 820 metros, sendo conhecida como Engabelada devido à ilusão de óptica de que a serra segue o observador, ou seja, de qualquer local que se olha tem-se a impressão de estar de frente a montanha e, conseqüentemente, considera-se que ela “engabela” o observador (ilude, engana) (SOUSA et al. 2012).

As primeiras construções da cidade foram realizadas por um fugitivo de uma senzala de Pernambuco, de origem congoleza e, conhecido como Congo, sendo assim a explicação da origem do topônimo. As construções foram uma capela e uma casa erguidas no ano de 1836 (SOUSA et al. 2012).

O centro urbano do município do Congo está a cerca de oito quilômetros da comunidade Santa Rita, selecionada no presente estudo pela facilidade de acesso e disponibilidade dos moradores dessa comunidade em participar da pesquisa.

A economia da comunidade é baseada na agricultura, com cultura de milho e feijão, e pecuária com criação de bovinos, caprinos e ovinos. Contudo, no momento, tais atividades estão sendo pouco exploradas na região devido ao baixo índice pluviométrico, que dificulta no plantio e na alimentação dos animais. Portanto o que complementa a renda familiar são os benefícios do INSS e do Governo Federal (Bolsa Família) e as atividades de costura em muitas residências da comunidade (SOUSA et al. 2012).

Com relação a educação, os estudantes são conduzidos, diariamente, as escolas do centro urbano através do transporte público. Quanto aos serviços de saúde, a comunidade é acompanhada por um agente de saúde comunitário. Todas as residências possuem energia elétrica e água encanada.

Inventário etnobotânico de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*

Na comunidade rural de Santa Rita foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 100% dos chefes domiciliares (104, sendo 45 homens e 59 mulheres), em momentos distintos (ALBUQUERQUE et al., 2010). Após explanação sobre o objetivo

do estudo, todos foram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido segundo a Resolução do Conselho Nacional de Saúde exigido pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Resolução 196/96) (Anexo II). O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) do Hospital Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba (Anexo III).

O formulário utilizado continha perguntas sobre o conhecimento, uso e manejo de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* da região (ex. tipos de uso, partes úteis, variação morfológica percebida pelos informantes, locais de coleta, formas de plantio) (Anexo IV). Foram considerados os dados dos informantes que de fato manejam a espécie.

As categorias de uso registradas nas entrevistas foram organizadas em: alimentação humana, bioindicação de fenômenos naturais (ex. chuva), combustível, construção, forragem, mágico religioso, medicinal, ornamental, sombra, tecnologia e veterinário, com o auxílio de material bibliográfico (ANDRADE et al. 2006a; LUCENA et al. 2012a; b; 2013; 2015).

Foram consideradas as categorias de manejo *in situ* e *ex situ*, baseado em Casas et al. (1997a, 2007, 2014) e Blancas et al. (2010):

De acordo com os tipos de manejo *in situ* nós podemos mencionar:

- Coleta: que consiste na obtenção de partes úteis da planta (ex. galhos e frutos), dos indivíduos das populações.

- Tolerância: ocorre quando os indivíduos selvagens não são eliminados em áreas estabelecidas para atividades agropastoris e no entorno das casas;

- Indução: ocorre quando os indivíduos desejados dentro de uma população são propagados através das sementes ou reproduzidos assexualmente utilizando partes vegetativas;

- Proteção: indivíduos desejáveis são protegidos a partir de práticas de como o controle de herbívoros, a realização de podas e outras formas que ao final se tornem vantagens utilitárias para os humanos.

E com relação aos tipos de manejos *ex situ* nós identificamos:

- Propagação artificial ou plantio: remoção de parte vegetativa de indivíduos de ambiente natural para plantio em ambiente controlado (ex. áreas agrícolas ou jardins e quintais);

- Transplante: envolve a remoção do cacto por completo, comumente indivíduos jovens, mas também, em alguns casos, indivíduos adultos do ambiente natural para o plantio em ambiente controlado.

Análises genéticas de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*

Amostra de indivíduos

Foi utilizado um total de 90 indivíduos, sendo 30 por população (população silvestre, manejada e cultivada). Cada indivíduo foi georeferenciado com o auxílio de GPS para a elaboração do mapa de distribuição local e disponibilidade. A população silvestre (População 1) foi considerada como os indivíduos que se encontram na serra da comunidade (Serra da Engabelada) distante das residências e são considerados como indivíduos de difícil acesso para os moradores. Já a população manejada (População 2) é composta por indivíduos que se encontram a uma menor distância das residências (aproximadamente uns três quilômetros) e estão em locais como áreas de cultivo, margens de estrada e mata secundária e que sofrem extração esporádica. Já a população cultivada (População 3) foi considerada como os indivíduos que estão bem próximos as residências como, em jardins, quintais e em cerca vivas, sendo, a maioria, plantados e/ou manejados regularmente.

Extração de DNA

Foram coletados duas a três auréolas jovens de cada indivíduo. Os espinhos das aréolas foram retirados para serem processados em um moinho (MM 400) a uma frequência de 30.0 (1/s) em um tempo de até 2:00 minutos dependendo da rigidez da amostra, sendo assim o material moído foi utilizado para extração de DNA (Anexo IV). Após cada quebra dos espinhos, os vasos do moinho foram lavados para evitar possíveis contaminações.

Em seguida o material foi transferido dos vasos do moinho, com ajuda de uma espátula, para tubos Eppendorf de 2 mL. Para a extração de DNA foi utilizado o método CTAB de Doyle & Doyle (1987), com modificações.

Após a extração de DNA, foi verificado a qualidade e quantidade de DNA por eletroforese em gels de agarose a 0,8% e através do NanoDrop 2000 (Thermo Scientific), repectivamente.

Condições de amplificação por PCR

Foram utilizados nove pares de primers, sendo: três originadas de *Haageocereus tenuis* (Arakaki et al. 2010), três de *Pilosocereus machrisii* (PEREZ et al., 2011) e três de *Uebelmannia pectinifera* subsp. *pectinifera* (Moraes et al. 2014). Cada reação obteve um volume final entre 5 e 6 μ L utilizando o Kit Multiplex PCR da QIAGEN (www.qiagen.com) como polimerase e usando as condições de ciclo e concentrações sugeridas pelo fabricante.

Em seguida, 0.5 μ L dos produtos amplificados da PCR foram misturados com Liz em formamida Hi-Di (*Applied Biosystem*) e com marcador de tamanho padrão Gene Scan LIZ-500 (*Applied Biosystem*), sendo realizada uma desnaturalização durante 5 minutos a 95°C. Os produtos da PCR foram analisados através de eletroforese capilar no sequenciador Genetic Analyzer 3130xl (*Applied Biosystem*). Os genótipos foram obtidos dos eletroferogramas utilizando o programa Peak Scanner (*Applied Biosystem*).

Qualidade dos marcadores microsatélites

Foi utilizado o software MicroChecker 2.2.3 (VAN OOSTERHOUT et al. 2004) para identificar a presença de erros de genotipagem, como a presença de alelos nulos em cada loco por população.

Desvios de origem do Equilíbrio Hardy-Weinberg foram analisados a partir do Arlequin (Excoffier et al. 2005). Já os desvios de equilíbrio de ligação (LE) foram avaliados utilizando GenePop on the Web (ROUSSET, 2008) com o método Fisher's para cada par de loco (RAYMOND & ROUSSET, 1995).

Diversidade genética

A partir da informação de todos os locos, se calcularam por população parâmetros básicos de diversidade genética, como: número de alelos por locos (N_a), número de alelos efetivos (N_e), heterozigosidade observada (H_o), heterozigosidade

esperada (H_e) e heterozigosidade esperada ponderada (uH_e). Os parâmetros foram calculados utilizando GenAlEx 6 (Peakall & Smouse, 2006).

Estrutura genética

O índice de fixação (F_{ST}) foi calculado a partir do programa FreeNa, sendo utilizado o método EMA admitindo os alelos nulos (CHAPUIS e ESTOUP, 2007). Já o coeficiente de endogamia foi calculado a partir do programa INEst (CHYBICKI e BURCZYK, 2009).

As distâncias genéticas (DC) de Cavalli-Sforza e Edwards (1997) foram estimadas para cada par de população, através da correção INA descrita por Chapius e Estoup (2007) com o programa FreeNa.

Análise de Variância Molecular (AMOVA) foi realizado para avaliar as diferenças genéticas das populações de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* mediante o modelo de mutação por passos (SMM), através do programa Arlequin versão 3.11 (EXCOFFIER et al., 2005).

As distâncias e identidades genéticas de Nei (1972) foram estimadas através do programa TFPGA 1,3 (Miller, 1997) e, assim, foi construído um dendrograma UPGMA (SNEATH e SOKAL, 1973).

RESULTADOS

Uso e manejo de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*

Todos os informantes afirmaram conhecer *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (mandacaru). Ao questionar aos moradores sobre os tipos de mandacaru que conheciam, apenas 7% relatou que além de conhecer o nativo da região (*C. jamacaru* subsp. *jamacaru*) também conheciam o sem espinho (*Cereus* sp.), uma espécie geneticamente modificada e a qual foi introduzido na comunidade a partir de 2011 (Figura 2). Contudo, o presente estudo considerou apenas a espécie nativa para o registro dos usos, manejo e investigação de possível domesticação incipiente.



Figura 2. Espécies de mandacaru registradas na comunidade rural Santa Rita no município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. **A.** Mandacaru com espinho (*Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*); **B.** Mandacaru sem espinho (*Cereus* sp.).

Quando questionado sobre o plantio da espécie, a metade dos informantes (50%) afirmou que já plantou pelo menos um indivíduo da espécie, em locais como jardins, quintais, cercas vivas e áreas de atividades agropastoris.

No entanto, quase metade dos moradores (47%) afirmou não plantar o mandacaru porque, quando necessitam de partes úteis (ex. galhos e fruto) para alimentar os animais ou para alimentação humana, fazem a coleta a partir dos indivíduos existentes em suas propriedades, ou em propriedades vizinhas. Sendo assim, apenas uma minoria de informantes (3%) não exerce nenhum tipo de manejo, ou seja, não planta e não coleta o mandacaru nativo da região.

Apesar de a comunidade Santa Rita apresentar uma grande diversidade de espécies de Cactaceae, os agricultores relataram que preferem plantar o mandacaru por ser uma espécie útil para alimentar os animais (49%) e, além disso, servir de ornamentação para os jardins das residências (15%).

A parte mais citada para o uso foi os galhos (48%), que é utilizado principalmente para forragem (78%).

Ao considerar os aspectos morfológicos (ex. altura, número de ramificações, tamanho dos frutos) dos indivíduos que ocorrem no local, 53% dos entrevistados afirmaram que não notam diferença entre os indivíduos que estão presentes na comunidade. Entretanto, segundo a percepção dos agricultores (23%), os indivíduos que estão próximos às residências geralmente são maiores, mais verdes e possuem frutos e

galhos com maior espessura e, conseqüentemente, divergindo dos encontrados na serra e nas matas locais. Segundo os moradores, tais variações podem ser explicadas pelo fato dos indivíduos que estão adjacentes às casas comumente serem irrigados e adubados, o que pode explicar as possíveis alterações morfológicas. Contudo, essa possível diferença mencionada pelos informantes não foi avaliada no presente estudo, mas achamos oportuno mencionar essa visão deles.

Foram registradas formas de manejo incipiente na comunidade de Santa Rita, as quais foram divididas em quatro categorias (Figura 3). No caso do manejo *in situ*, os agricultores coletam os galhos do mandacaru, principalmente em época de escassez de chuva, para alimentar animais (ex. caprinos). Esporadicamente, há coleta do fruto para alimentação humana. Vale ressaltar que, entre os meses de novembro (2016) e janeiro (2017) o mandacaru foi utilizado de forma frequente, pois segundo os moradores, foram os meses de intensa estiagem.

Também foi possível registrar os manejos do tipo tolerância, plantio e transplante, os quais demonstram a relevância que o mandacaru possui na comunidade estudada. Ressalta-se que tais manejos são realizados com o intuito de conservar a espécie no local para serem utilizadas na alimentação animal como um alimento emergencial.

A maioria dos informantes (78%) alegou que ao usar o mandacaru para alimentar os animais não eliminam o indivíduo por completo, o que pode ser considerado como uma iniciativa para uso sustentável da espécie.

Quando questionamos sobre o possível cultivo (em larga escala) na comunidade, 59% afirmaram que nunca pensaram na possibilidade do cultivo do mandacaru, entretanto, 41% afirmaram que já tiveram pretensão de cultivar, pois, segundo eles, tal prática seria importante no auxílio da segurança alimentar animal.



Figura 3. Principais tipos de manejo de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (mandacaru) na comunidade rural de Santa Rita no Município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. **A.** Registro da retirada de galhos para uso como forragem; **B; C; D.** Galhos para serem utilizados como forragem; **E.** Animal se alimentando de galhos de mandacaru. **F.** Plantio de galhos de mandacaru em cerca; **G; H.** Plantio de mandacaru no entorno das residências.

Diversidade genética

Quando comparado os valores médios dos parâmetros N_a , N_e , H_o , H_e e uH_e entre as populações silvestre, cultivada e manejada foi registrado que não houve diferença estatisticamente significativa entre tais populações (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de diversidade genética estimada nas populações silvestre, manejada e cultivada de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* baseada em nove locos microssatélites de núcleo. *Na* = número de alelos por locos, *Ne* = número de alelos efetivos, *Ho* = heterozigosidade observada, *He* = heterozigosidade esperada, *uHe* = heterozigosidade esperada ponderada.

| População | <i>Na</i> | <i>Ne</i> | <i>Ho</i> | <i>He</i> | <i>uHe</i> |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Silvestre | 9.778±0.795 | 4.569±0.498 | 0.493±0.043 | 0.758±0.029 | 0.772±0.030 |
| Manejada | 8.556±0.801 | 4.379±0.479 | 0.475±0.051 | 0.753±0.024 | 0.766±0.024 |
| Cultivada | 9.444±1.168 | 5.220±0.844 | 0.453±0.066 | 0.773±0.029 | 0.787±0.029 |

Estrutura genética

O F_{ST} Global foi de 0.014 com um intervalo de confiança (IC) igual a 0.000519-0.027621, indicando pouca diferenciação genética (Wright, 1965). Os valores do coeficiente de endogamia (F_{IS}) foram praticamente os mesmos para as populações manejada (0.1827) e cultivada (0.1813), já a população silvestre obteve um valor menor (0.1207).

Na análise de variância molecular (AMOVA) foi possível observar que no modelo de mutação por passos (SMM) a maior parte da variação ocorre dentro das populações, sendo de 99.76% (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância molecular (AMOVA) entre as três populações de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*. Resultados a partir do modelo de mutação por passos (SMM).

| Modelo de mutação | Fonte de variação | Soma de quadrados | Componente de variação | Porcentagem de variação | Estatística |
|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| SMM | Entre populações | 15215.128 | 15.95019 | 0.2326 | $R_{ST} = 0.00233^{**}$ |
| | Dentro das populações | 1173883.767 | 6839.72940 | 99.76734 | |

Ao analisar o dendrograma (UPGMA), baseado na distância genética de Nei (1972), foi notório que a população 3 (Cultivada) segue mais distinta das populações 1

(Silvestre) (Nei's $D= 0.1465$) e 2 (Manejada) (Nei's $D= 0.1369$), sendo possível observar dois grupos (Figura 4).

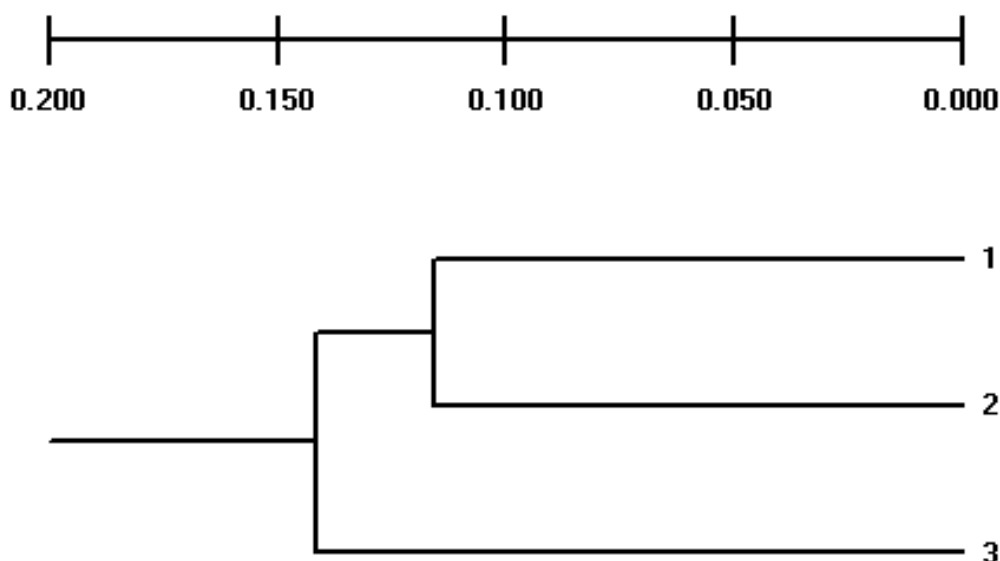


Figura 4. Dendrograma (UPGMA) baseado nas distâncias genéticas de Nei (1978) com nove locos microssatélites de núcleo, estimadas entre as três populações de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* na comunidade rural de Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil.

DISCUSSÃO

Uso e manejo de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*

A preferência dos agricultores por *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* para plantar e para alimentar os animais está relacionada com a sua morfologia, pois é uma das cactáceas colunares que possui maior porte em relação às outras espécies que ocorrem localmente e, por ser de fácil manejo, pois tem menos espinho que outras espécies nativas (Lucena et al. 2015a). Outros estudos realizados em comunidades tradicionais do semiárido nordestino também relatam o uso intenso do mandacaru para alimentação de animais (Lima, 1996; Andrade et al. 2006; Lucena et al. 2012a; b; 2013; 2015a; Nunes et al. 2015), contudo não apresentam de forma evidente essa preferência de uso.

O manejo da espécie, seja *in situ* ou *ex situ*, pode ser explicado pelo fato dela ser a mais versátil dentre as que ocorrem na comunidade (Lucena et al. 2015a) e, além

disso, estar presente principalmente em locais de menor altitude e em ambientes bem antropizados (ex. quintais e jardins) (Lucena et al. 2015b). A abundância de indivíduos em locais antropizados comumente está associada ao processo de seleção artificial, que implica na seleção de indivíduos com características relevantes para os grupos humanos para serem manejados ou cultivados (Cruz e Casas, 2002). Tal seleção, ao longo do tempo, pode ocasionar diferenças significativas nas características morfológicas (ARELLANO e CASAS, 2003) e, inclusive na genética (OTERO-ARNAIZ et al. 2005), como registrado em alguns estudos com cactáceas colunares nativas do México (CASAS et al., 2006; PARRA et al., 2008; Casas et al., 2016).

Assim como no presente estudo, o cultivo de ramos de cactácea colunar em jardins para usos como alimento humano e forragem já foi registrado em algumas aldeias de Tehuacán-Cuicatlán Valley, no México (PARRA et al., 2010; BLANCAS et al., 2010).

Considerando as partes úteis do mandacaru, são vários os estudos que registram o uso proeminente dos galhos da espécie para alimentação humana (ANDRADE et al., 2006; CHAVES & BARROS, 2015), forragem (LUCENA et al., 2012a; 2012b; 2013; Sales et al., 2014) e fins terapêuticos (ANDRADE et al., 2006a;b; JÚNIOR et al., 2011; LUCENA et al., 2014). Entretanto, alguns estudos etnobotânicos realizados com cactos colunares do México relatam o uso intenso do fruto para a alimentação humana, que é uma das categorias mais relevante (ARELLANO & CASAS, 2003; CARMONA & CASAS, 2005).

Os vários tipos de manejo registrados na comunidade Santa Rita, demonstram o interesse em conservar a espécie no local, visto que a mesma possui importância econômica e cultural para os agricultores. Considerando os tipos de manejo *in situ*, assim como a coleta, a tolerância também foi bastante evidenciada nas entrevistas com os agricultores, o que chama a atenção para a ocorrência do possível processo de domesticação incipiente da espécie na comunidade Santa Rita. Segundo Casas et al. (1997; 2014), indivíduos vegetais que possuem características desejáveis geralmente são tolerados, mesmo estando em áreas de cultivo.

Diversidade e estrutura genética

A baixa variação genética entre as populações observada pelos valores do F_{ST} Global (0.014) e do SMM (0.23%) pode ser explicada pela intensidade e tipo de

manejo, a distância geográfica entre as populações (considerando-se que a distância variou em até seis quilômetros entre as populações) e, além disso, a permanência do fluxo gênico. A influência de tais aspectos já foi registrada em trabalhos realizados com cactos colunares no México Central (Otero-Arnaiz et al. 2005; Casas et al. 2006; Cruse-Sanders et al. 2013).

A partir da pesquisa etnobotânica realizada na comunidade, é notório que o tipo de manejo que vem sendo exercido pelos agricultores poderia estar influenciando na dissimilaridade genética entre as populações (silvestre, manejada e cultivada), contudo os dados genéticos não dão um suporte robusto para tal contexto. Apesar de que, a forma como as partes vegetativas para o plantio de indivíduos que compõem a população cultivada gera a semelhança genética dentro da população e, conseqüentemente, a divergência e dissimilaridade em relação a população que é manejada e a população silvestre. Segundo González-Insuasti e Caballero (2007), a intensidade do manejo segue um escala ascendente, dependendo do tipo de manejo exercido e, do número de pessoas que estão envolvidas em tal prática. Além disso, a intensidade do manejo tem a influência do nível de risco e da incerteza de disponibilidade do recurso que é gerado a partir da importância econômica e/ou cultural e até a escassez do recurso na região (Blancas et al. 2013). Tais aspectos podem explicar o que ocorre com o mandacaru na comunidade Santa Rita, visto que, por ser uma espécie economicamente e culturalmente importante, os agricultores vêm plantando-a e transplantando-a cada vez mais.

Um estudo realizado no estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil, com uma espécie arbórea nativa da Caatinga (*Spondia tuberosa* Arruda), conhecida popularmente como umbu, registrou que os indivíduos da espécie estão em processo de domesticação incipiente devido às formas de manejo que a espécie é acometida, pois é possível evidenciar que os frutos dos indivíduos nas distintas unidades de paisagens, divergem fenotipicamente (Lins Neto et al. 2013).

Além do tipo de manejo exercido, outro aspecto que deve ser levado em consideração são os fatores geográficos, tais como topografia, barreira e distância (Parra et al. 2010). Tais fatores podem influenciar no fluxo gênico natural entre populações de indivíduos de uma mesma espécie vegetal e, por conseguinte influenciar na variabilidade genética.

Ao observar o dendograma (UPGMA) (Figura 4) é possível concluir que a similaridade genética da população cultivada em relação às populações manejada e

silvestre demonstra que ainda está ocorrendo um fluxo gênico e que pode ser explicado pela distância geográfica entre os indivíduos das populações, como citado anteriormente. Alguns trabalhos realizados com cactos colunares nativos do México registraram que a distância geográfica foi mais relevante do que o tipo de manejo para explicar a distância genética entre as populações (Otero-Arnaiz et al. 2005a; b; Casas et al. 2006).

Mediante os resultados do presente estudo, percebe-se a importância da realização de pesquisas em outras áreas do semiárido para investigar se *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* está passando pelo processo de domesticação insipiente, levando-se em consideração que os dados aqui apresentados indicam essa tendência. Outro detalhe a ser considerado em futuras pesquisas com esse enfoque e objetivo, é que o número da amostra para a análise genética seja aumentada, e uma maior distância entre as populações possa ser levada em consideração, já que essas variáveis parecem ter influenciado fortemente os resultados do presente estudo.

CONCLUSÃO

A partir dos tipos de uso e de manejo que os agricultores de Santa Rita realizam com os indivíduos de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* é possível evidenciar que é uma espécie de alto valor cultural e econômico. As formas de manejo, principalmente a coleta *in situ*, podem estar associadas com o processo de domesticação incipiente, já que os indivíduos da espécie estão sendo selecionados artificialmente. Contudo, fatores geográficos e a ocorrência do fluxo gênico entre as populações silvestres e cultivadas podem ser preponderantes para a ausência de diferença genética entre as populações de mandacaru que ocorrem na comunidade rural.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os moradores da comunidade de Santa Rita que contribuíram para a realização da pesquisa; ao Prefeito do município do Congo-Paraíba Dr. Romualdo Antonio Quirino de Sousa (gestão de 2009-2016); a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor, assim como ao Programa de Doutorado Sanduíche no

Exterior (PDSE) que proporcionou o estágio no exterior na Universidade Nacional Autónoma do México – UNAM, Campus de Morelia em Michoacán; ao Prof. Dr. Alejandro Casas pelo auxílio financeiro para compra de material e, por conseguinte, realização das análises genéticas e a equipe do laboratório de Manejo y Evolución de Recursos Genéticos da UNAM, em especial a Héran Alvarad-Sizzo e Carmén Julia Figueredo por todo auxílio prestado nas análises genéticas; os membros do Laboratório de Etnobiologia e Ciências Ambientais (LECA) da UFPB pela ajuda nas pesquisas de campo, em especial a Thamires Kelly Nunes Carvalho e Natan Medeiros Guerra.

REFERÊNCIAS

AESA – **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: <http://www.pb.gov.br/aesa>. Acesso em: 05 de Agosto de 2013.

ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (nordeste do Brasil). **Interciencia**, v. 27, p. 336–346, 2002.

ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P.; ALENCAR, N.L. Métodos e técnicas para a coleta de dados etnobiológicos. In: ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA, R.F.P.; CUNHA, L.V.F.C. (Eds). **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**. Recife: NUPEEA. p.40-64, 2010.

ALENCAR, N.L.M.; INNECCO, R.; GOMES-FILHO, E.; GALLÃO, M.I.; ALVAREZ-PIZARRO, J.C.; PRISCO, J.T.; OLIVEIRA, A.B. Seed reserve composition and mobilization during germination and early seedling establishment of *Cereus jamacaru* D.C. ssp. *jamacaru* (Cactaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 3, p. 823-832, 2012.

ANDRADE, C.T.S.; MARQUES, J.G.W.; ZAPPI, D.C. Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. Tipos conexivos para definir categorias utilitárias. **Sitientibus**. Série Ciências Biológicas (Etnobiologia) 6: 3–12, 2006.

ARELLANO, E.; CASAS, A. Morphological variation and domestication of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán Valley, Central Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**. v.50, p. 439-453, 2003.

BLANCAS, J.; CASAS, A.; LIRA, R.; CABALLERO, J. Traditional management and morphological patterns of *Myrtillocactus schenckii* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. **Economic Botany**, 63 (4): 375-387, 2009.

BLANCAS, J.; CASAS, A.; RANGEL-LANDA, S.; TORRES, I.; PÉREZ-NEGRÓN, E.; SOLÍS, L.; DELGADO-LEMUS, A.; PARRA, F.; ARELLANES, Y.; CABALLERO, J.; CORTÉS, L.; LIRA, R.; DÁVILA, P. Plant management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. **Economic Botany**, 64(4): 287–302, 2010.

BLANCAS, J.; CASAS, A.; PÉREZ-SALICRUP, D.; CABALLERO, J.; VEGA, E. Ecological and sócio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of Tehuacán Valley, Mexico. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 9 (39): 1-22, 2013.

CAMPOS, L.Z.O.; ALBUQUERQUE, U.; PERONI, N.; ARAÚJO, E.L. Do socioeconomic characteristics explain the knowledge and use of native food plants in semiarid environments in Northeastern Brazil? **Journal of Arid Environments** 115: 53-61, 2015.

CARMONA, A.; CASAS, A. Management, phenotypic patterns and domestication of *Polaskia chichipe* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. **Journal of Arid Environments**, 60: 115-132, 2005.

CASAS, A.; VÁZQUEZ, C.; VIVEROS, J.L.; CABALLERO, J. Plant management among the Nahuatl and the Mixtec in the Balsas River Basin, México: An ethnobotanical approach to the study of plant domestication. **Human Ecology** 24(4):455–478, 1996a.

CASAS, A.; CABALLERO, J. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A.DC.) Benth. in the Mixtec region of Guerrero, Mexico. **Economic Botany** 50 (2): 167-181, 1996b.

CASAS, A.; CABALLERO, J.; MAPES, C.; ZÁRATE, S. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en mesoamérica. **Boletín de la Sociedad Botánica del México**. v.61, p. 31-47, 1997a.

CASAS, A.; CABALLERO, J.; VALIENTE-BANUET, A.; SORIANO, J. A.; DÁVILA, P. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central México. **American Journal of Botany**, v. 84, n. 4, p. 522-533, 1999.

CASAS, A.; CRUSE-SANDERS, J.; MORALES, E.; OTERO-ARNAIZ, A.; VALIENTE-BANUET, A. Maintenance of phenotypic and genotypic diversity in the managed populations of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) by indigenous peoples in Central Mexico. **Biodiversity and Conservation**, v.15, p. 879-898, 2006.

CASAS A.; OTERO-ARNAIZ A.; PEREZ-NEGRON E.; VALIENTE-BANUET A. *In situ* management and Domestication of Plants in Mesoamerica. **Annals of Botany** 100: 1101- 1115, 2007.

CASAS, A.; CAMOU, A.; OTERO-ARNAIZ, A.; RANGEL-LANDA, S.; CRUSE-SANDERS, J.; SOLÍS, L.; TORRES, I.; DELGADO, A.; MORENO-CALLES, A.I.; VALLEJO, M.; GUILLÉN, S.; BLANCAS, J.; PARRA, F.; FARFÁN-HEREDIA, B.; AGUIRRE-DUGUA, X.A.; ARELLANES, Y.; PÉREZ-NEGRÓN, E. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. **Investigación ambiental**, 6 (2): 23-44, 2014.

CASAS, A.; PARRA, F. La domesticación como proceso evolutivo. In: CASAS, A.; TORRES-GUEVARA, J.; PARRA F. (Eds.). **Domesticación y agricultura en el continente americano: historia y perspectivas del manejo de recursos genéticos en el Nuevo Mundo**. Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Nacional Agraria La Molina/Red Mexicana de Etnoecología y Patrimonio Biocultural, CONACYT, México/Perú, 2016.

CASAS, A.; TORRES-GUEVARA, J.; PARRA, F.; CRUZ, A. Domesticación y agricultura en América: historia y perspectivas del manejo de recursos genéticos en el Nuevo Mundo. In: CASAS, A.; TORRES-GUEVARA, J.; PARRA, F. [Coord.]. **Domesticación en el continente americano**. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo. Vol. 1, p. 13-24, 2016.

CHAPUIS, M.P.; ESTOUP, A. Microsatellite null alleles and estimation of population differentiation. **Molecular Biology and Evolution**, 24(3): 621-631, 2007.

CHEN, Y.H.; GOLS, R.; BENREY, B. Crop domestication and its impact on naturally selected trophic interactions. **Annual Review of Entomology**, 60: 35-58, 2015.

CHYBICKI, I.J.; BURCZYK, J. Simultaneous estimation of null alleles and inbreeding coefficients. **Journal of Heredity**, 100: 106–113, 2009.

CRUSE-SANDERS, J. M.; PARKER, K. C.; FRIAR, E. A.; HUANG, D. I.; MASHAYEKHI, S.; PRINCE, L. M.; OTERO-ARNAIZ, A.; CASAS, A. Managing diversity: Domestication and gene flow in *Stenocereus stellatus* Riccob. (Cactaceae) in Mexico. **Ecology and Evolution**, v. 3, n. 5, p. 1340-1355, 2013.

CRUZ, M.; CASAS, A. Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in Central Mexico. **Journal of Arid Environments**. v.51, p. 561-576, 2002.

DARWIN, C.H. **The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. John Murray, London, 1859.

DELGADO-LEMUS, A. CASAS, A.; TÉLLEZ, O. Distribution, abundance and traditional management of *Agave potatorum* in the Tehuacán Valley, Mexico: bases for sustainable use of non-timber forest products. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 10 (63): 1-12, 2014.

DOEBLEY, J. F.; GAUT, B. S.; SMITH, B.D. The molecular genetics of crop domestication. **Cell**, 127, 1309-1321, 2006.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochem Bull**, 19, 11–15, 1987.

EXCOFFIER, L.; LAVAL, G.; SCHNEIDER, S. Arlequin ver. 3.0: An integrated software package for population genetics data analysis. **Evolutionary Bioinformatics Online** 1: 4750, 2005.

GONZÁLEZ-INSUASTI, M.A.; MARTORELL, C.; CABALLERO, J. Factors that influence the intensity of non-agricultural management of plant resources. **Agroforestry Systems**, 74: 1-15, 2008.

GEPTS, P. Crop domestication as a long-term selection experiment. In: **Plant Breeding Reviews**. 2004. v. 24, part 2, Ed Jule Janick. p. 1-44.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. IBGE cidades/População estimada 2016. Disponível em: [<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250470&search=paraiba|congo>]. Acesso em: 15 de Agosto de 2017.

JÚNIOR, W. S. F.; LADIO, A. H.; ALBUQUERQUE, U. P. Resilience and adaptation in the use of medicinal plants with suspected anti-inflammatory activity in the Brazilian Northeast. **Journal of Ethnopharmacology**, 138: 238-252, 2011.

LIMA, J.L. **Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades**. Petrolina: EMBRAPA; 1996.

LINS-NETO, E.M.F.; PERONI, N.; ALBUQUERQUE, U. Traditional knowledge and management of Umbu (*Spondias tuberosa*, Anacardiaceae): an endemic species from the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Economic Botany**, v. 64, n.1, p. 11-21, 2010.

LINS NETO, E.M.F.; ALMEIDA, A.L.S.; PERONI, N.; CASTRO, C.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Phenology of *Spondia tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) under different landscape management regimes and a proposal for a rapid phenological diagnosis using local knowledge. **Journal Ethnobiology and Ethnomedicine**, 9:10, 2013.

LUCENA, C.M.; COSTA, G.M.; SOUSA, R.F.; CARVALHO, T.K.N.; MARREIROS, N.A.; ALVES, C.A.B.; PEREIRA, D.D.; LUCENA, R.F.P. Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste, Brasil). **Biotemas**, 25(3): 281-291, 2012a.

LUCENA, C.M.; COSTA, G.G.S.; CARVALHO, T.K.N.; GUERRA, N.M.; QUIRINO, Z.G.M.; LUCENA, R.F.P. Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede (Paraíba, Nordeste do Brasil). **Revista de Biologia e Farmácia (Biofar)**, volume especial, p. 121-134, 2012b.

LUCENA, C.M.; LUCENA, R.F.P.; COSTA, G.M.; CARVALHO, T.K.N.; COSTA, G.G.S.; ALVES, R.R.N.; PEREIRA, D.D.; RIBEIRO, J.E.S.; ALVES, C.A.B.; QUIRINO, Z.G.M.; NUNES, E.N. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 62(9): 1-11, 2013.

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**, Edição Especial Cactaceae, v. 9, n° 2, p. 77-90, 2015a.

LUCENA, C.M.; RIBEIRO, J.E.S.; NUNES, E.N.; MEIADO, M.V.; QUIRINO, Z.G.M.; CASAS, A.; LUCENA, R.F.P. Distribuição local de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* e *Pilosocereus pachyucladus* F.Ritter subsp. *pernambucoensis* (F.Ritter) Zappi (Cactaceae) e sua relação com uma comunidade rural no Município do Congo, Paraíba. **Gaia Scientia**. Edição Especial Cactaceae. (9)2: 97-103, 2015b.

MILLER, M.P. 1997. Tools for population genetics analyses (TFPGA) 1.3. A windows program for the analysis of allozymes and molecular population genetic data. Computer software distributed by author.

NEI, M. Genetic distance between populations. **American Naturalist**, 106: 283–292, 1972.

NUNES, A.T.; LUCENA, R.F.P.; SANTOS, M.V.; ALBUQUERQUE, U.P. Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 11 (12): 1-12, 2015.

OTERO, A.; CASAS, A.; HAMRICK, J. L.; CRUSE-SANDERS, J. Genetic variation and evolution of *Polaskia chichipe* (Cactaceae) under domestication in the Tehuacán Valley, central Mexico. **Molecular Ecology**, 14: 1603-1611, 2005.

PARRA, F.; CASAS, A.; PEÑALOZA-RAMÍREZ, J. M.; CORTÉS-PALOMEC, A. C.; ROCHA-RAMÍREZ, V.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A. Evolution under domestication: ongoing artificial selection and divergence of wild and managed *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) populations in the Tehuacán Valley, Mexico. **Annals of Botany**, v. 106, p. 483-496, 2010.

PARRA, F.; BLANCAS, J. J.; CASAS, A. Landscape management and domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley: human guided selection and gene flow. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 8, n. 32, p. 1-17, 2012.

PEAKALL, R.; SMOUSE, P.E. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. **Molecular Ecology Notes** 6: 288–295.

RAYMOND. M.; ROUSSET. F. GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. **Journal of Heredity**, 86:248-249, 1995.

RODRÍGUES-ARÉVALO, I.; CASAS, A.; LIRA, R.; CAMPOS, J. Uso, Manejo y procesos de domesticación de *Pachycereus hollianus* (F.A.C. WEBER) BUXB. (CACTACEAE), em El Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. **Interciencia**, v. 31, n. 9, p. 677-685, 2006.

ROUSSET, F. Genepop'007: a complete reimplementation of the Genepop software for Windows and Linux. **Molecular Ecology Resources**, 8: 103-106, 2008.

SNEATH, P.H.A.; SOKAL, R.R. 1973. Numerical taxonomy. W. H, Freeman, San Francisco.

SOUSA, F. S.; CRUZ, K. C.M.; SOUZA, M.M.R. Congo. In: LIMA, A.G.; SOBRINHO, A.M.; FARIAS, C.M.P.; FREITAS, D.K.; BATISTA, F.A.; CRUZ, K.C.M.; ANDRADE, V.S. (Orgs.) **Traços históricos e culturais do Cariri Paraibano**. 115p. João Pessoa, 2012.

SOUSA JÚNIOR, J.R.; ALBUQUERQUE, U.P.; PERONI, N. Traditional knowledge na management of *Caryocar coriaceum* Wittim. (Pequi) in the Brazilian Savanna, Northeastern Brazil. **Economic Botany**, 67(3): 225-233, 2013.

TORRES, I.; CASAS, A.; VEGA, E.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; DELGADO-LEMUS, A. Population dynamics and sustainable management of Mescal agaves in Central Mexico: *Agave potatorum* in the Tahuacán-Cuicatlán Valley. **Economic Botany**, XX (X): 1-16, 2015.

VALLEJO, M.; CASAS, A.; BLANCAS, J.; MORENO-CALLES, A.I.; SOLÍS, L.; RANGEL-LANDA, S.; DÁVILA, P.; TÉLLEZ, O. Agroforestry systems in the highlands of the Tehuacán Valley, México: indigenous cultures and biodiversity conservation. **Agroforest Syst**, 2013.

VALLEJO-RAMOS, M.; MORENO-CALLES, A.I.; CASAS, A. TEK and biodiversity management in agroforestry systems of different socio-ecological contexts of the Tehuacán Valley. **Journal of Ethnobiology and Ethnmedicine**, 12: 31, 2016.

VAN OOSTERHOUT, C.; HUTCHINSON, W.F.; WILLS, D.P.M.; SHIPLEY, P. Micro-Checker: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. **Molecular Ecology Notes**, 4: 535–538, 2004.

VILLALOBOS, S.; VARGAS, O.; MELO, S. Uso, manejo y conservación de “yosú”, *Stenocereus griseus* (Cactaceae), in the Upper Guajira, Colombia. **Acta Biologica Colombiana**, 12 (1): 99-112, 2007.

WRIGHT, S. The interpretation of population structure by F-Statistics with special regard to systems of mating. **Evolution**, 19: 395–420, 1965.

YINEGER, H.; KELBESSA, E.; BEKELE, T.; LULEKAL, E. Plants used in traditional management of human ailments at Bale Mountains National Park, Southeastern Ethiopia. **Journal of Medicinal Plants Research**, 2 (6): 132-153, 2008.

ZANK, S.; PERONI, N.; ARAÚJO, E.L.; HANAZAKI, N. Local health practices and the knowledge of medicinal plants in a Brazilian semi-arid region: environmental benefits to human health. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 11 (11): 1-13. 2015.

ZOHARY, D. Unconscious selection and evolution of domesticated plants. **Economic Botany**. v.58, n° 1, p. 5-10, 2004.

ARTIGO II

Fenologia de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) no município do Congo, semiárido do Brasil

Nas normas para publicação na revista *Plant Biology*

Revista Web Qualis A2

(ANEXO VII)

Fenologia de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae) no município do Congo, semiárido do Brasil

Camilla Marques de Lucena^{1*}, Alejandro Casas², Reinaldo Farias Paiva de Lucena³, Natan Medeiros Guerra⁴, Denise Dias da Cruz³, Maristela Oliveira de Andrade⁵

¹Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa, Paraíba, Brasil, CEP: 58051-900.

²Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8711, Morelia, Michoacán 58190, México.

³Professor da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Sistemática e Ecologia. Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. João Pessoa, Paraíba, Brasil, CEP: 58051-900.

⁴Mestrando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, Paraíba, Brasil, CEP: 58397-000.

⁵Professora da Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. João Pessoa, Paraíba, Brasil, CEP: 5801-970.

*Autor para correspondência: E-mail: camillamlucena@gmail.com

RESUMO

O cacto colunar mandacaru (*C. jamacaru* subsp. *jamacaru*) se apresenta como uma espécie adequada para o estudo dos aspectos fenológicos e de biologia reprodutiva já que, segundo estudos etnobotânicos, é uma espécie de valor econômico e cultural para agricultores de várias comunidades rurais do semiárido nordestino. Diante dessa importância, é possível diagnosticar diferentes padrões fenológicos entre as populações de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* das áreas silvestre e antropizadas? Para responder foram selecionados e georeferenciados 90 indivíduos, sendo 30 indivíduos por população (silvestre, manejada e cultivada), na comunidade rural Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil, para avaliar o padrão fenológico durante dois anos, entre 2014 e 2016. Foi utilizada a estatística circular para avaliar a intensidade e frequência de cada fenofase. Verificou-se que as fenofases (floração e frutificação) se estendem ao longo de quase todo ano e que em todas as áreas as populações de mandacaru apresentaram meses similares quanto ao pico da fenofase, ou seja, foram significativos. Apenas a floração da população silvestre não se mostrou significativa. Além disso, com exceção da população silvestre (Floração: $r = 0.42$; $P < 0.05$ e Frutificação: $r = 0.46$; $P < 0.05$) não houve correlação entre as fenofases e a pluviosidade das populações manejadas e cultivadas. *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* apresentou um padrão anual de floração e frutificação nas populações silvestre, manejada e cultivada.

Palavras chaves: cacto colunar, mandacaru, Caatinga, manejo, fenofases, floração, frutificação.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a família Cactaceae está distribuída em vários domínios fitogeográficos como Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, sendo possível observar 39 gêneros e 260 espécies (Zappi *et al.* 2015). No Nordeste do Brasil, na região semiárida denominada de Caatinga, já foram registradas mais de 90 espécies de cactos e, os gêneros *Cereus*, *Pilosocereus* e *Tacinga* são os mais importantes e dominantes na flora local (Rocha & Agra 2002).

Um dos gêneros que se encontra na maioria dos domínios fitogeográficos brasileiros é *Cereus*, que está representado por 14 espécies, sendo 8 endêmicas da Caatinga (Zappi *et al.* 2011). Dentre as espécies que representam esse gênero, encontra-se *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*, um cacto colunar nativo conhecido como mandacaru (Zappi *et al.* 2015). Tal espécie se encontra em mais de dez estados brasileiros, como o Tocantins, Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, Minas Gerais e Mato Grosso (Zappi *et al.* 2015; Dantas *et al.* 2017).

Apesar de a família Cactaceae ser uma das principais famílias vegetais e possuir grande relevância para o cotidiano de populações tradicionais no semiárido nordestino do Brasil, são poucos os estudos que enfocam a fenologia e biologia floral de espécies como *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* (Rocha 2007). Já em regiões da Colômbia (Ruiz *et al.* 2000), México (Munguía-Rosas *et al.* 2009; Ortíz *et al.* 2010), Peru (Novoa *et al.* 2005), Venezuela (Petit 2001; Nassar & Enaldi 2008) e Estados Unidos (McIntosh 2002) já foram realizados vários estudos envolvendo a fenologia das cactáceas.

Estudos fenológicos são imprescindíveis para compreensão da interação entre animais e plantas (como polinização, dispersão, pólen, néctar, predação de sementes e frutos), organização biológica de comunidades e biomas associados, entender como os vegetais respondem as condições climáticas e edáficas de uma região, e auxiliar na previsão de efeitos potenciais das alterações climáticas sobre a vegetação (Frankie *et al.* 1974; Newstrom *et al.* 1994; Broadhead *et al.* 2003).

Ao considerar a família Cactaceae, que apresenta diversas espécies relevantes para a biodiversidade mundial, é notória a importância de estudos que avaliem os aspectos fenológicos e reprodutivos dessa família que apresenta um sistema radicular

que auxilia na prevenção de processos erosivos e desertificação do solo (devido os pêlos absorventes caducos nas raízes), flores e frutos que servem de fonte de alimento para animais como aves e mamíferos, e outros inúmeros subsídios que auxiliam na interação de fatores bióticos e abióticos (Ortega-Baes & Godínez-Álvarez 2006). Ainda podemos considerar a importância etnoecológica desta família que é utilizada por inúmeras comunidades tradicionais no Brasil (Lima 1996; Andrade *et al.* 2006a; 2006b; Cavalcante & Resende 2007; Lucena *et al.* 2012a; 2012b; 2012c; 2013; 2014; 2015; Nunes *et al.* 2015; Dantas *et al.* 2017) e em outras partes do mundo, como no México (Cruz & Casas, 2002; Arellano & Casas, 2003; Ortíz *et al.* 2010; Parra *et al.* 2012), Perú (Fuentes 2005; Novoa *et al.* 2005) e Índia (Kalita *et al.* 2014; Kensa *et al.* 2014).

Aspectos fenológicos e a biologia floral podem auxiliar na compreensão da reação dos vegetais em relação às mudanças ambientais (Almeida *et al.* 2011) ou mudanças bióticas. No entanto, alguns estudos discutem que as mudanças provocadas pelo homem no habitat dos vegetais podem gerar tanto consequências negativas em relação à reprodução, observado em ambientes úmidos e áridos, como também podem ser observadas mudanças positivas na reprodução, como o aumento na produção de flores (Murren 2002; Fuchs *et al.* 2003; Quesada *et al.* 2004).

No México alguns estudos realizados com Cactaceae demonstram que alterações na biologia reprodutiva das espécies podem ser registradas após modificações no habitat (Casas *et al.* 1999; Cruz & Casas, 2002; Arias-Cóyotl *et al.* 2006; Oaxaca-Villa *et al.* 2006), o que pode ser justificado pela seleção artificial que muitas vezes modifica o padrão de produção de flores e frutos para ajustar às necessidades humanas (Casas *et al.* 1999; Cruz & Casas, 2002). Arias-Cóyotl *et al.* (2006) relataram que nos jardins de residências de Santa Catalina Chinango, no estado de Oaxaca, no México, as condições ambientais (ex. o cultivo do solo e a adição de nutrientes) causam uma alta produção de frutos de cactos colunares devido a redução da competição interespecífica. Além disso, esses autores afirmaram que ao induzir uma maior densidade de plantas geneticamente diferentes em populações manejadas, possivelmente, mais polinizadores serão atraídos e, conseqüentemente, ocorrerá uma maior produção de frutos. Não obstante, Ortíz *et al.* (2010) afirmaram que fatores fenotípicos como frutos maiores e a alta produção de frutos, são favorecidos pelo manejo humano em populações cultivadas. E, ademais, a seleção artificial advinda das pessoas é imprescindível para compreender as divergências fenotípicas de cactos como *Myrtillocactus schenckii*, uma espécie

endêmica de áreas do semiárido do México e, que se encontra em processo de domesticação incipiente (Blancas *et al.* 2009).

Diante de tais considerações, o cacto colunar mandacaru (*C. jamacaru* subsp. *jamacaru*) se apresenta como uma espécie adequada para o estudo dos aspectos fenológicos e de biologia reprodutiva já que, segundo estudos etnobotânicos, é uma espécie de valor econômico e cultural para agricultores de várias comunidades rurais do semiárido nordestino. Provavelmente esta espécie está sendo acometida pelo manejo humano já que várias gerações vêm utilizando a espécie para diversos fins, como: alimento humano, alimento animal (principalmente em épocas de estiagem), combustível, construção, mágico religioso, medicinal, ornamental, tecnologia e veterinário (Andrade *et al.* 2006a; 2006b; Lucena *et al.* 2012a; 2012b; 2012c; 2013; 2014; 2015).

Nesse sentido, o presente estudo foi dirigido para responder a seguinte pergunta: É possível diagnosticar diferentes padrões fenológicos entre as populações de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* submetidas a diferentes graus de manejo (populações de áreas silvestres, populações manejadas esporadicamente e populações intensamente manejadas)? Além disso, foi admitida a seguinte hipótese: O manejo de mandacaru afeta a fenologia da espécie devido à seleção artificial que, geralmente, favorece a produtividade de indivíduos com características desejáveis para os grupos humanos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada na Bacia Hidrográfica do Alto Paraíba, na comunidade rural Santa Rita, na microrregião do Cariri Ocidental e mesorregião da Borborema, no município do Congo, no estado da Paraíba, nas coordenadas de 07°47'49'' S e 36°39'36'' O.

O município é composto por uma população de 4.687 habitantes distribuídas numa área de 333,471 km² e apresenta cerca de dez comunidades rurais, conhecidas como Barra do Rio I, Barra do Rio II, Carmo I, Lagoa da Ilha, Riacho do Algodão, Santa Rita, Sítio Laginha e Sítio Riachão.

Apresenta clima tropical semiárido com temperaturas elevadas (médias entre 18°C e 32°C), baixa nebulosidade, elevadas taxas de evaporação e as chuvas geralmente

são irregulares e as precipitações pluviométricas se concentram num curto período de tempo (Sousa *et al.* 2012). Em relação ao tipo de vegetação, a maior parte do município apresenta caatinga hiperxerófila e, apenas, alguns trechos de Floresta Caducifólia (MMA 2008).

Considerando, a comunidade rural de Santa Rita, ela está localizada aproximadamente oito quilômetros do centro urbano do município do Congo e possui uma serra com cerca de 820 metros de altitude e composta por geofomas de blocos de rochas graníticas que é conhecida como Serra da Engabelada (Sousa *et al.* 2012). Tal serra é considerada pelos moradores da comunidade de Santa Rita, como uma área de difícil acesso, sendo visitada esporadicamente para atividades como a caça e coleta de recursos naturais que não são encontrados próximos às residências e, além disso, a serra também é considerada como a área mais conservada da comunidade (Lucena *et al.* 2015). A economia baseia-se na produção e comercialização de alimentos hortifrutigranjeiros, além de derivados de carne e leite. Com relação à saúde, os moradores são acompanhados por um agente de saúde comunitário.

Espécie estudada

Cereus jamacaru DC. subsp. *jamacaru* (família Cactaceae, subfamília Cactoideae, grupo Cereoideae) é um cacto colunar que está presente em vários estados da Região Nordeste (ex. Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) (Hunt *et al.* 2006; Silva & Alves 2009; Zappi & Aona 2014). É conhecido por vários nomes populares (ex. cardeiro, cumbeba, jamacaru, jamaracurú, jumucurú, mandacaru, mandacaru-de-boi, mandacaru-facheiro, mandacaru-de-faixo e urumbeba) (Zappi & Aona 2014) e ocorre em solos pedregosos, solos rasos e sobre rochas (Lima 1996; Rocha & Agra 2002) (Figura 1).

Apresenta porte arbustivo/arbóreo, com altura variando entre 3,75 e 6,54 m (Cavalcanti & Resende 2007). Tanto o caule como as brotações laterais apresentam espinhos rígidos e uma grande quantidade de água. Os frutos, segundo Rocha & Agra (2002), são do tipo baga, ovoides, deiscentes, coloração rósea a vermelho, polpa mucilaginoso-branca e são frequentes entre os meses de fevereiro e setembro. Flores de antese noturna, com 14-18 cm de comprimento, alvo-esverdeadas, isoladas, sésseis, são

visitadas por mariposas e morcegos e, a floração, predomina geralmente entre os meses de janeiro e agosto (Rocha & Agra 2002).

Além disso, tal espécie possui uma síndrome de dispersão comum entre os cactos, a ornitocoria (Gomes *et al.* 2014). A propagação de mandacaru pode ser realizada tanto de forma sexuada, a partir de sementes, como de forma assexuada ou vegetativa, através de enxertia, brotos e estacas (Alencar *et al.* 2012).



Figura 1. Indivíduo de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* localizado na comunidade rural Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil.

Fenologia

Foram selecionados e georeferenciados 90 indivíduos, os quais foram divididos em três populações contendo 30 indivíduos cada. A população 1 foi considerada como a Silvestre, a qual está localizada a uma maior distância das residências, em uma área de serra (Serra da Engabelada) e que são consideradas de difícil acesso pela população humana. A população 2 foi considerada como Manejada, e se encontra a cerca de três quilômetros de distância das residências (ex. áreas de mata secundária, margens de estrada e áreas de cultivo e pastagem dos animais) e sofrem extração e/ou manejo esporádico. Por fim, a população 3 foi considerada como Cultivada, é composta por indivíduos que estão próximos as residências (ex. quintais, cercas vivas e jardins) e são manejados regularmente.

Os indivíduos foram acompanhados mensalmente durante 2 anos (abril de 2014 a março de 2016) para determinação da sua fenologia. Foram observadas as fenofases de floração e frutificação (botão floral, flores em antese, frutos verdes e frutos maduros).

Para estimar a intensidade e frequência de cada fenofase, foi utilizada a estatística circular, convertendo-se os meses em ângulos (considerando-se janeiro=0° e dezembro=330°, com intervalos de 30° entre os meses). Nessa análise, obtêm-se os ângulos médios e o desvio padrão para a frequência de indivíduos nas diferentes fenofases, os meses médios, o valor do vetor r e a significância pelo teste de Rayleigh. Os testes foram realizados no Programa R (R Development Core Team 2013). Os dados da fenologia foram correlacionados à pluviosidade registrada no período de estudo, testando-se o efeito da disponibilidade de água no mês em questão. Para tal, foi realizada a Correção circular no Programa R (R Development Core Team 2013). Os dados de pluviosidade foram adquiridos do site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>).

RESULTADOS

Durante os dois anos de estudo, a floração e a frutificação de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru* foram coincidentes. Tanto os períodos de floração quanto de frutificação se estendem ao longo de quase todo o ano, sendo mais intensos no final e início do ano (de dezembro a abril), e menos intensos no meio do ano (Figura 2). Há uma grande variação no número de flores e frutos produzidos nas três áreas de estudo (Figura 2), no entanto em todas as áreas os períodos de floração e frutificação apresentam meses similares quanto ao pico da fenofase e esse mês se mostrou significativo, com exceção da floração em área silvestre (Tabela 1).

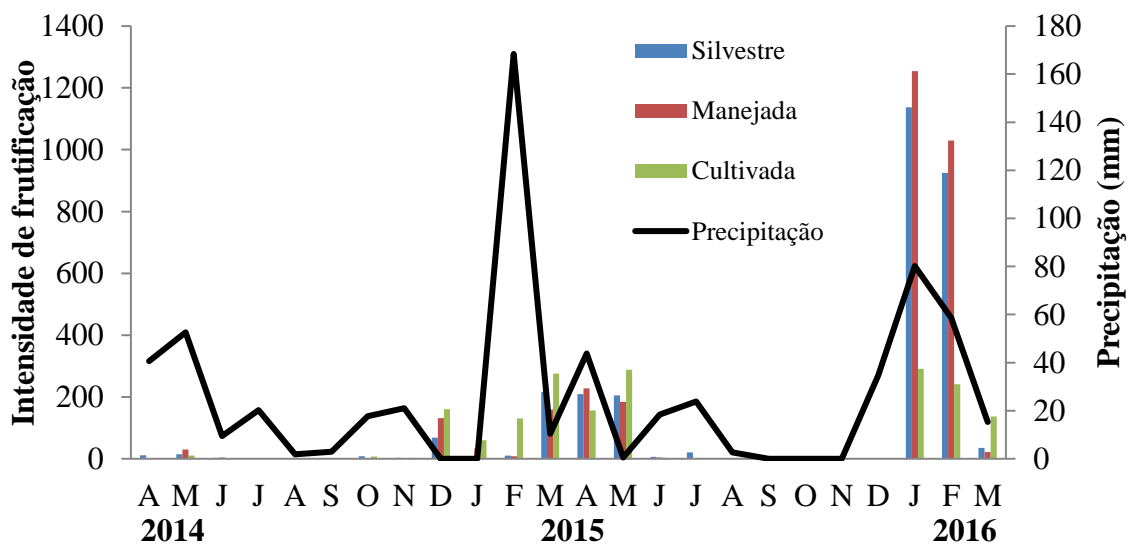
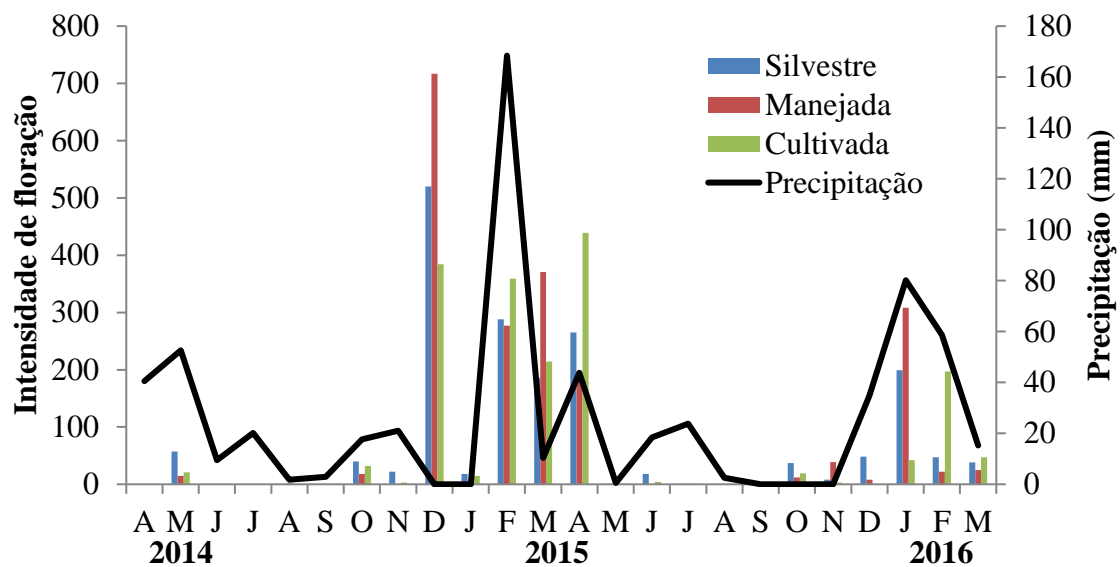


Figura 2. Número de A) flores e de B) frutos de populações silvestres, manejadas e cultivadas de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* e curva de precipitação mensal durante Abril de 2014 e Março de 2016 na comunidade rural de Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil.

Tabela 1. Resultados da análise estatística circular para período de ocorrência das fenofases (floração e frutificação) de populações silvestres, manejadas e cultivadas de

Cereus jamacaru DC. subsp. *jamacaru* durante Abril de 2014 e Março de 2016 na comunidade rural de Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. (PS=população silvestre; PM=população manejada; PC=população cultivada).

| Fenofase | Mês/média | r | P |
|-------------------|-----------|--------|---------------|
| Floração (PS) | Fevereiro | 0.0892 | 0.5866 |
| Floração (PC) | Janeiro | 0.2922 | 0.0032 |
| Floração (PM) | Fevereiro | 0.2887 | 0.0086 |
| Frutificação (PS) | Janeiro | 0.2346 | 0.0211 |
| Frutificação (PC) | Fevereiro | 0.2882 | 0.0074 |
| Frutificação (PM) | Fevereiro | 0.2835 | 0.0045 |

Considerando a fenofase de floração, em alguns períodos do ano, os altos índices de produção de flores obtiveram sincronia com o período chuvoso, em fevereiro de 2015 e em janeiro de 2016. Já na fenofase de frutificação, tal sincronia foi observada nos meses de abril de 2015 e janeiro de 2016. Contudo, com exceção da população silvestre (Floração: $r = 0.42$; $P < 0.05$ e Frutificação: $r = 0.46$; $P < 0.05$), não houve correlação entre a pluviosidade e as fenofases (floração e frutificação) de populações manejadas e cultivadas (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de Correlação de Spearman para pluviosidade e as fenofases (floração e frutificação) de populações silvestres, manejadas e cultivadas de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* durante Abril de 2014 e Março de 2016 na comunidade rural de Santa Rita, município do Congo, Paraíba, Nordeste do Brasil. (PS=população silvestre; PM=população manejada; PC=população cultivada).

| Fenofase | R | P |
|-------------------|------|-------------|
| Floração (PS) | 0.42 | 0.03 |
| Floração (PM) | 0.17 | 0.42 |
| Floração (PC) | 0.27 | 0.20 |
| Frutificação (PS) | 0.46 | 0.02 |
| Frutificação (PM) | 0.19 | 0.34 |
| Frutificação (PC) | 0.30 | 0.14 |

DISCUSSÃO

Cereus jamacaru subsp. *jamacaru* é uma espécie de floração contínua (Newstrom *et al.* 1994), sendo um importante recurso para a biodiversidade e para a população de Santa Rita. Assim como no presente estudo, no deserto de La Tatacoa, na

Colômbia, a espécie colunar *Cereus hexagonus* (L.) Mill. apresentou floração prolongada e uma correlação não significativa entre as fenofases (floração e frutificação) com a precipitação (Ruiz *et al.* 2000). O mesmo foi observado por Lima (2007) com a espécie *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (mandacaru), no estado de Pernambuco, entre os municípios de Betânia e Floresta, ambos localizados no semiárido pernambucano, em que foi constatado que as fenofases (floração e frutificação) ocorrem no fim da estação seca e início da estação chuvosa.

Em contrapartida, um estudo realizado em uma reserva natural na Fazenda Almas, município de São José dos Cordeiros e Sumé, semiárido do estado da Paraíba, nordeste do Brasil, registrou um padrão anual de frutificação e uma correlação positiva da fenofase com a precipitação (Gomes *et al.* 2014). O mesmo foi evidenciado por Fonseca *et al.* (2008), em uma área de cerrado, na região da Chapada Diamantina, no Nordeste brasileiro, com a espécie de cacto globoso *Melocactus paucipinus* G. Heimen & R. Paul. Segundo esse autor, tal fato pode ser positivo na dispersão e germinação da espécie.

Corroborando com os estudos anteriormente citados, Munguía-Rosas *et al.* (2010) revelaram que nas regiões de Actopan e Xalapa, em Veracruz, no México, a floração do cacto colunar *Pilosocereus lanuginosus* possui correlação com a pluviosidade e, além disso, enfatizam que o tamanho do cacto está fortemente relacionado com aspectos fenológicos (ex. duração da floração, número de flores), pois os cactos colunares são indivíduos maiores, possuem mais brânquias, uma maior capacidade de armazenamento de água e energia e, conseqüentemente, pode influenciar na fenofase de floração.

Alguns autores registraram que estudos que abordam a fenologia da família de Cactaceae revelam que existe uma tendência em não ocorrer correlação entre a floração e precipitação, traçando um padrão para a família nas regiões de baixo índice pluviométrico (Quirino 2006; Fonseca *et al.* 2008; Rocha 2007).

Vale ressaltar que o mandacaru apresentou, na fenofase de floração, um número maior de flores quando comparado com o número de frutos no período de frutificação. O mesmo foi observado para a espécie *Cereus hildmannianus* na restinga arbustiva de Santa Catarina e que, segundo o autor, o baixo percentual de produção de frutos pode estar associado à ocorrência de aborto de botões florais, predação dos botões (ex. predação por formigas) e ausência ou redução no número de polinizadores efetivos na região de ocorrência da espécie (Pereira 2009).

No Brasil, estudos que avaliem a relação de fenofases (ex. floração e frutificação) da família de Cactaceae com o manejo humano são ausentes. Contudo, é possível registrar estudos com a mesma ênfase com outras espécies vegetais, como o estudo realizado por Lins Neto *et al.* (2013). Tal estudo realizado na comunidade rural, no município de Altinho, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, avaliou a fenologia de indivíduos da árvore frutífera nativa *Spondia tuberosa* Arruda (umbuzeiro), da família Anacardiaceae. Em áreas com diferentes tipos de manejo as fenofases foram similares nas unidades de paisagens, indicando que o manejo humano não tem influenciado o padrão fenológico da espécie nas diferentes áreas. Ademais, Lins Neto *et al.* (2013), desenvolveram um calendário fenológico a partir do conhecimento tradicional dos moradores, em que foi possível comprovar que tal método, se realizado em consonância com análises fenológicas convencionais, pode auxiliar na construção de projetos que visam estratégias de conservação imediata para espécies vegetais.

Outro dado interessante registrado no presente estudo foi o fato de ocorrer um menor número de frutos nas populações silvestre e manejada nos meses de janeiro e fevereiro de 2016, o que chama a atenção para investigação do padrão morfológico dos frutos das três populações. Ou seja, tal resultado pode gerar a seguinte questão: Será que a população cultivada, apesar de produzir menor número de frutos em relação à população silvestre e manejada poderá apresentar frutos com um maior tamanho? Tais dados podem envolver a seleção artificial do mandacaru na comunidade estudada, pois segundo Heiser (1988), a mudança de espécies vegetais para ambientes modificados pelas atividades humanas geram mudanças morfológicas automaticamente. Esse autor também reforça afirmando que a evolução de plantas domesticadas propagadas por sementes, foi desenvolvida a partir da seleção inconsciente realizada pelo homem. O processo de seleção não intencional envolve a transição de espécies para ambientes modificados pelo homem que, geralmente, resulta em alterações morfológicas que podem estar associadas às diferentes condições ambientais (Lins Neto *et al.* 2012).

No México, estudos realizados com cactáceas, revelam que os frutos são uma das partes vegetativas mais apreciadas pelos moradores das comunidades tradicionais do país e, que aspectos como, frutos maiores e mais doces são registrados nas populações cultivadas, as quais são acometidas por um alto nível de seleção artificial (Lins Neto *et al.* 2014; Arellano & Casas, 2003). Um exemplo de cacto nativo do México que apresenta influencia do manejo humano é *Polaskia chichipe* (Glosselin) Backeberg., em

que os indivíduos cultivados apresentam uma alta intensidade de frutificação em relação aos indivíduos da população silvestre (Otero-Arnaiz *et al.* 2003).

CONCLUSÃO

Cereus jamacaru subsp. *jamacaru* apresentou um padrão anual de floração e frutificação nas populações silvestre, manejada e cultivada. Contudo, as fenofases de floração e frutificação das populações manejadas e cultivadas não apresentaram correlação com a pluviosidade.

A baixa intensidade de produção de frutos em relação à produção de flores pode estar associada com o sistema reprodutivo de *C. jamacaru* subsp. *jamacaru*.

Portanto, é notória a importância de estudos fenológicos com cactáceas e outras famílias vegetais, pois dependendo da região, quando levado em consideração a distribuição dos indivíduos, os tipos de manejo em que estão acometidos e o clima local, uma mesma espécie pode apresentar padrões semelhantes ou diferentes de floração e frutificação. E, o mais importante, tal registro mostra-se imprescindível na construção de projetos que visam à conservação da diversidade de espécies vegetais nativas.

AGRADECIMENTOS

Aos moradores da comunidade de Santa Rita que compartilharam o seu conhecimento para a realização da pesquisa; a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor, assim como ao Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE) que proporcionou o estágio no exterior na Universidade Nacional Autônoma do México – UNAM; ao amigo Natan Medeiros Guerra pela ajuda nas pesquisas de campo.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://www.pb.gov.br/aesa>. Acesso em: 05 de Agosto de 2013.

Alencar N.L.M., Innecco R., Gomes- Filho E., Gallão M.I., Alvarez-Pizarro J.C., Prisco J.T., Oliveira A.B. (2012). Seed reserve composition and mobilization during germination and early seedling establishment of *Cereus jamacaru* D.C. ssp. *jamacaru* (Cactaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **84**, 823-832.

Almeida A.L.S., Albuquerque U.P., Castro C.C. (2011). Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous species of the caatinga (dry forest), under different management conditions in northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, **75**, 330-337.

Andrade C.T.S., Marques J.G.W., Zappi D.C. (2006a). Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. Tipos conexivos para definir categorias utilitárias. *Sitientibus*, Série Ciências Biológicas, Feira de Santana, **6**, 3-12.

Andrade C.T.S., Marques J.G.W., Zappi D.C. (2006b). Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, **8** (Suppl. 1), 36-42.

Arellano E., Casas A. (2003). Morphological variation and domestication of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) under silvicultural management in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **50**, 439-453.

Arias-Coyotl E., Stoner K.E., Casas A. (2006). Effectiveness of bats as pollinators of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in wild, managed in situ, and cultivated populations in La Mixteca Baja, central Mexico. *American Journal of Botany*, **93**, 1675–1683.

Blancas J., Casas A., Lira R., Caballero J. (2009). Traditional management and morphological patterns of *Myrtillocactus schenckii* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Economic Botany*, **63** (Suppl. 1), 375-387.

BRASIL. *Ministério do Meio Ambiente*. Brasília, DF, (2008). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em 12 de maio de 2011.

Broadhead J., Ong C., Black C.R. (2003). Tree phenology and soil water in semi-arid agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, **180** (Suppl. 1), 61-73.

Casas A., Caballero J., Valiente-Banuet A., Soriano J.A., Dávila P. (1999). Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central México. *American Journal of Botany*, **84** (Suppl. 1), 522-533.

Cavalcanti N.B., Resende G.M. (2007). Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* RITTER), xiquexique (*Pilosocereus gounelli* (A. WEBWR EX K. SCHUM.) BLY. EX ROWL.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* BRITTON & ROSE). *Revista Caatinga*, Mossoró, **20** (Suppl. 1), 28-35.

Cruz M., Casas A. (2002). Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in Central Mexico. *Journal Arid Environment*, **51**, 561-576.

Dantas M.K.M., Santos C.A.G., Medeiros M.F.T. (2017). Reports of knowledge and the uses of Cactaceae species in the *Historia Naturalis Brasiliae* (1648): Comparative past-present analyses. *Ethnoscintia*, **2**, 2-19.

Fonseca R.B.S., Funch L.S., Borba E.L. (2008). Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, **31** (Suppl. 1), 237-244.

Frankie G.W., Baker H.G., Opler P.A. (1974). Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands Costa Rica. *Journal of Ecology*, **62**, 881-919.

Fuchs E.J., Lobo J.A., Quesada M. (2003). Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology*, **17** (Suppl. 1), 149-57.

Fuentes V.R. (2005). Etnobotánica de Cactaceae em Cuba. In: González Torres L.R., Palmadora A., Rodríguez A. (Eds). *Memorias del taller conservación de cactus Cubanos*. La Habana: Jardim Botánico Nacional, Universidad de La Habana, p.15-24.

Gomes V.G.N., Quirino Z.M., Araujo H.F. (2014). Frugivory and seed dispersal by birds in *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) in the Caatinga of Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **74** (Suppl. 1), 32-40.

Heiser C.B. (1988). Aspects of unconscious selection and evolution of domesticated plants. *Euphytica*, **37**, 77-81.

Hunt D.R., Taylor N.P., Charles G. (eds.) (2006). *The New Cactus Lexicon*. Dh Books.

Kalita D., Saikia J., Mukherjee A.K., Doley R. (2014). An ethnomedicinal survey of traditionally used medicinal plants for the treatment of snakebite in Morigaon district of Assam, India. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, **4** (Suppl. 1), 97-106.

Kensa V.M., Ancelsowmiya S., Jijomickle J., Meera S., Sindhu J., Sumathi M.S., Radhika R. (2014). Exploration of Ornamental floras in the campus of Bishop's house, Nagercoil, Kanyakumari District, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, **3** (Suppl. 1), 441-448.

Lima, J.L. (1996). *Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades*. Petrolina: EMBRAPA.

Lima A.L.A. (2007). *Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semiárido do nordeste do Brasil*. Recife. Dissertação de Mestrado. Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 71p..

Lins Neto E.M.F., Peroni N., Maranhão C.M.C., Maciel M.I.S., Albuquerque U.P. (2012). Analysis of umbu (*Spondia tuberosa* Arruda Anacardiaceae) in different landscape management regimes. *Environ Monit Assess*, **184**, 4489-4499.

Lins Neto E.M.F., Almeida A.L.S., Peroni N. Castro C.C. Albuquerque U.P. (2013). Phenology of *Spondia tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) under different landscape management regimes and a proposal for a rapid phenological diagnosis using local knowledge. *Journal Ethnobiology and Ethnomedicine*, **9**:10.

Lins Neto E.M.F., Peroni N., Casas A., Parra F., Aguirre X., Guillén S., Albuquerque U.P. (2014). Brazilian and Mexican experiences in the study of incipient domestication. *Journal Ethnobiology and Ethnomedicine*, **10**, 33.

Lucena C.M., Costa G.G.S., Carvalho T.K.N., Guerra N.M., Quirino Z.G.M., Lucena R.F.P. (2012a). Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede (Paraíba, Nordeste do Brasil). *Revista de Biologia e Farmácia (Biofar)*, **volume especial**, 121-134.

Lucena C.M., Costa G.M., Sousa R.F., Carvalho T.K.N., Marreiros N.A., Alves C.A.B., Pereira D.D., Lucena R.F.P. (2012b). Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste do Brasil). *Biotemas*, **25** (Suppl. 1), 281-291.

Lucena R.F.P., Soares T.C., Vasconcelos Neto C.F.A., Carvalho T.K.N., Lucena C.M., Alves R.R.N. (2012c). Uso de recursos vegetais da Caatinga em uma comunidade rural do curimataú paraibano (Nordeste do Brasil). *Polibotânica*, **34**, 217-238.

Lucena C.M., Lucena R.F.P., Costa G.M., Carvalho T.K.N., Costa G.G.S., Alves R.R.N., Pereira D.D., Ribeiro J.E.S., Alves C.A.B., Quirino Z.G.M., Nunes E.N. (2013). Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **9** (Suppl. 1), 1-11.

Lucena C.M., Carvalho T.K.N., Marín E.A., Nunes E.N., Oliveira R.S., Melo J.G., Casas A., Lucena R.F.P. (2014). Potencial medicinal de cactáceas en la región semiárida del Nordeste de Brasil. *Gaia Scientia*, Volume Especial Populações Tradicionais, 36-50.

Lucena C.M., Carvalho T.K.N., Ribeiro J.E.S., Quirino Z.G.M., Casas A., Lucena R.F.P. (2015). Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. *Gaia Scientia*, Edição Especial Cactaceae, **9** (Suppl. 1), 77-90.

Mcintosh M.E. (2002). Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecology*, **159**: 1-13.

Munguía-Rosas M.A., Sosa V.J., Ojeda M.M., De-Nova J.A. (2010). Specialization clines in the pollination systems of agaves (Agavaceae) and columnar cacti (Cactaceae): a phylogenetically-controlled meta-analysis. *American Journal of Botany*, **96**, 1887–1895.

Murren C.J. (2002). Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. *Journal of Ecology*, **90** (Suppl. 1), 100-107.

Nassar J.M., Emaldi U. (2008). Fenología reproductiva y capacidad de regeneración de dos cardones, *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb. y *Cereus repandus* (L.) Mill. (Cactaceae). *Acta Botánica Venezolana*, **31** (Suppl. 1), 495-528.

Newstrom L.E., Frankie G.W., Baker H.G (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, **26**, 141-159.

Nunes A.T., Lucena R.F.P., Santos M.V., Albuquerque U.P. (2015). Local knowledge about fodder plants in the semi-arid region of Northeastern Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **11** (Suppl. 1), 1-12.

Novoa S., Ceroni A., Arellano C. (2005). Contribución al conocimiento de la fenología del cactus *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora* (Werdermann & Backeberg) Ostolaza (Cactaceae) en el Valle del Río Chillón, Lima-Perú. *Ecología Aplicada*, **4**: (Suppl. 1), 35-40.

Oaxaca-Villa B., Casas A., Valiente-Banuet A. (2006). Reproductive biology in wild and silvicultural managed populations of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **53**, 277-287.

Ortega-Baes P., Godínez-Álvarez H. (2006). Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodiversity and Conservation*, **15** (Suppl. 1), 817-827.

Otero-Arnaiz A., Casas A., Barttolo C., Pérez-Negrón E., Valiente-Banuet A. (2003). Evolution of *Polaskia chichipe* (Cactaceae) under domestication in the Tehuacán valley, central Mexico: reproductive biology. *American Journal of Botany*, **90** (Suppl. 1), 593-602.

Ortíz F., Stoner K.E., Pérez-Negrón E., Casas A. (2010). Pollination biology of *Myrtillocactus schenckii* (Cactaceae) in wild and managed populations of the Tehuacán Valley, México. *Journal of Arid Environments*, **74**, 897-904.

Parra F., Blancas J.J., Casas A. (2012). Landscape management and domestication of *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley: human guided selection and gene flow. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **8** (Suppl. 1), 1-17.

Pereira J.L. (2009). *Estrutura demográfica e fenologia reprodutiva de Cereus hildmannianus K. Schum. (Cactaceae), em uma restinga arbustiva do município de Jaguaruna, Santa Catarina*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Santa Catarina. 61p.

Petit S. (2001). The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curaçao. *Journal of Arid Environments*, **49**, 521-531.

Quirino Z.G.M. (2006). *Fenologia, síndromes de polinização e dispersão de recursos florais de uma comunidade de caatinga no cariri paraibano*. Recife. Tese de Doutorado. Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco. 164p.

Quesada M., Stoner K.E., Lobo J.A., Herrerías-Diego Y., Palacios-Guevara C., Munguía-Rosas M.A., Salazar K.A.O., Rosas-Guerrero V.R. (2004). Effects of forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat-pollinated bombacaceous trees. *Biotropica*, **36** (Suppl. 1), 131-138.

R Development Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <http://www.R-project.org/>. Último acesso em: 03/set./2014.

Rocha E.A., Agra M.F. (2002). Flora do Pico do Jabre, Brasil: Cacteaceae juss. *Acta Botânica Brasileira*, **16**, 15-21.

Rocha E.A.R.M. (2007). *Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de Pilosocereus Byles & Rowley (Cactaceae) no Nordeste do Brasil*. Recife. Tese de Doutorado. Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco. 170p.

Ruiz A., Santos M., Cavelier J., Soriano P.J. (2000). Estudio fenológico de cactáceas en el enclave seco de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica*, **32** (Suppl 1), 397-407.

Silva L.R., Alves R.E. (2009). Caracterização físico-química de frutos de “mandacaru”. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, **7** (Suppl 1), 199-205.

Sousa F.S., Cruz K.C.M., Souza M.M.R. (2012). Congo. In: Lima A.G., Sobrinho A.M., Farias C.M.P., Freitas D.K., Batista F.A., Cruz K.C.M., Andrade V.S. (Orgs.) *Traços históricos e culturais do Cariri Paraibano*. 115p. João Pessoa.

Zappi D., Taylor N., Larocca J. (2011). *Plano de Ação Nacional para a Conservação das Cactáceas* – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO, 112p.

Zappi D., Aona, L. *Cactaceae in Flora brasiliensis revisitada*. Disponível em: <http://flora.cria.org.br>. Acesso em: 04 nov. 2014.

Zappi D., Taylor N., Santos M.R. Larocca J. *Cactaceae*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1447>. Acesso em: 10 out. 2015.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados registrados na presente Tese evidenciaram o valor cultural, social e econômico de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* para a comunidade estudada, mostrando a importância da realização de pesquisas voltadas para compreender a relação entre essa espécie e os moradores de comunidades rurais do semiárido brasileiro, principalmente voltadas para a compreensão do processo de manejo e conservação do mandacaru.

O fato do predomínio da coleta *in situ* em Santa Rita, requer cuidados e atenções conservacionistas pois essa prática possivelmente pode não ser sustentável. Devemos ressaltar que algumas consequências são possíveis mediante tal ação humana, como a seleção artificial dos indivíduos da espécie e a associação com o possível processo de domesticação incipiente. Contudo, é necessário considerar que tal ação deve ser realizada de maneira consciente já que muitos moradores da comunidade, ao passo que coletam partes vegetativas (ex. galhos) do indivíduo de mandacaru, não se interessam em investir no plantio de novos indivíduos e assim realizar o manejo do tipo *ex situ* (plantio ou transplante), manejo esse que favorece indiretamente e diretamente no uso sustentável e, simultaneamente, a conservação da espécie.

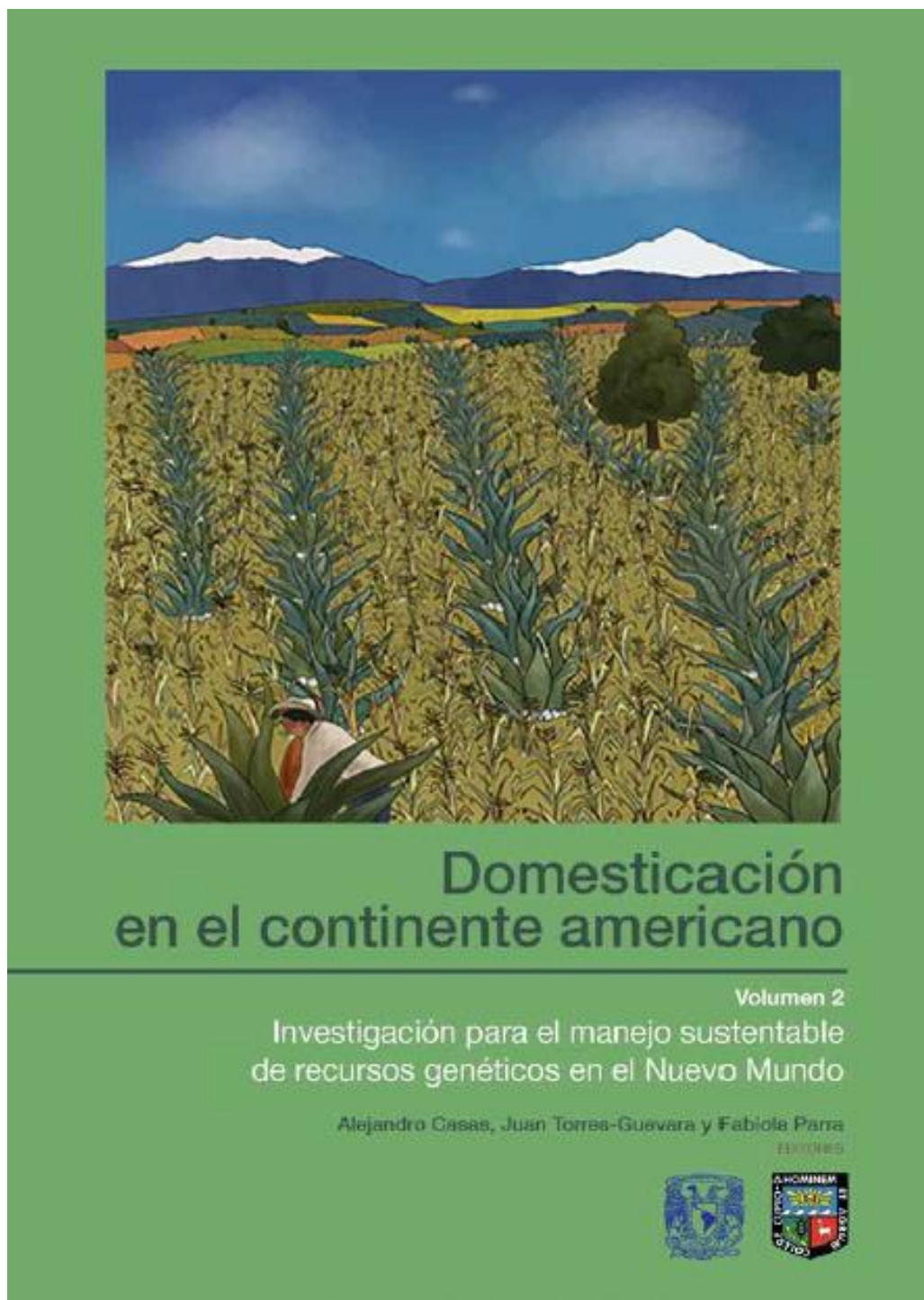
Com relação aos resultados não significativos na diversidade genética, os fatores geográficos e a ocorrência do fluxo gênico entre as populações silvestres e cultivadas podem ser razão de tal registro.

Os resultados fenológicos do mandacaru corroboram com outros estudos realizados com espécies vegetais, tanto da família de Cactaceae como também outras famílias que ocorrem no semiárido do nordeste do Brasil. Além disso, a partir de tais resultados é notória a importância de outros estudos fenológicos com espécies de Cactaceae no semiárido, pois além de ser ausentes estudos com tal enfoque também é visível que cada vez mais as mudanças climáticas afetam a fisiologia de espécies que tentam sobreviver às irregularidades de estações climáticas, como o inverno.

Como sugestão para futuros estudos, afirmamos ser necessária a realização de pesquisas como a realizada na presente tese, em outras regiões do semiárido, para verificar se está ocorrendo ou não o processo de domesticação incipiente do Mandacaru, já que o presente estudo só pode expressar a realidade local da comunidade estudada.

7. ANEXOS

Anexo I



Uso, manejo y domesticación de cactáceas en Brasil

Reinaldo Farias Paiva de Lucena, Camilla Marques de Lucena,
Marcos Vinicius Meiado, Denise Dias da Cruz,
Maristela Oliveira de Andrade y Alejandro Casas

Resumen

La familia Cactaceae se encuentra en todo el territorio brasileño, pero es un ícono de la región semiárida, con una alta diversidad de especies. Este capítulo hace una revisión general de publicaciones sobre los cactus de Brasil, principalmente de la zona semiárida, su conocimiento, uso y estado de conservación; de las principales especies, así como las perspectivas de investigación, considerando el alto nivel de endemismo existente en la región y el país. Brasil alberga una biodiversidad de las más elevadas a escala continental, la flora de Brasil reconoce 46 097 especies 4747 de las cuales son especies de algas, 5712 de hongos, 1524 de briofitas, 1253 de licofitas, 30 de gimnospermas y 32 831 especies de angiospermas. Los cactus incluyen 260 especies agrupadas en 39 géneros que representan tres subfamilias: Cactoideae, Opuntioideae y Pereskioideae (Taylor y Zappi, 2004). Más del 7096 de los cactus brasileños es endémico. La familia Cactaceae se encuentra en todos los dominios fitogeográficos brasileños, pero la mayor diversidad se encuentra en las regiones nordeste y sureste de Brasil, en áreas de vegetación de Caatinga (92 especies) y Mata Atlántica (95 especies). También destaca la región meridional, específicamente Río Grande do Sul, con 78 especies, destacando las globosas y cilíndricas de los géneros *Frailea*. Existen especies de amplia distribución como *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru*, encontradas en más de diez estados brasileños. En contraparte, muchas especies son endémicas y de distribución restringida, como *Melocactus sergipensis* y varias especies y taxa intraespecíficos de este género. Su distribución es tan puntual que son buenos indicadores del estado de conservación de las regiones en las que se encuentran y han sido utilizadas como criterio para definir áreas protegidas, como es el caso del Área de Protección Ambiental Grutas de los Brejões, en el Estado da Bahía. Debido a la pérdida significativa de hábitat, muchas especies aún desconocidas para la ciencia pueden estar siendo eliminadas antes de ser descubiertas. Por eso, se ha considerado urgente el desarrollo de programas que promuevan la conservación efectiva y la reducción de riesgo de extinción de especies, como el Plan de Acción Nacional para la Conservación de las Cactáceas implementado en 2010 por el Ministerio del Medio Ambiente. Como en otras regiones del continente, en Brasil las cactáceas son importantes recursos. Las poblaciones tradicionales las han empleado como recursos no maderables (alimento humano, forraje, mágico-religioso, medicinal, ornamental y veterinario) y como maderable (combustible y construcción). Una de

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre o conhecimento que você tem e o uso que faz das plantas e animais de sua região seja para alimentação, construção, lenha, medicinal etc., e não visa nenhum benefício econômico para os pesquisadores ou qualquer outra pessoa ou instituição. Está sendo desenvolvida por alunos do Curso de Graduação em Agronomia e Ciências Biológicas do Centro de Ciências Agrárias, e por alunos da Pós-Graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental do Centro de Ciências Aplicadas e Educação, participantes do Laboratório de Etnoecologia da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do Prof. Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena (UFPB), e seus colaboradores, Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira (UFPB), Prof. Dr. Rômulo Romeu da Nóbrega Alves (UEPB) e pelo Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque (UFRPE).

O objetivo do estudo é o de reconhecer a existência de padrões de uso dos recursos vegetais e animais por populações locais em áreas de caatinga. A finalidade deste trabalho é contribuir para a identificação de possíveis padrões de uso dos recursos naturais da caatinga e verificar o estado de conservação dos mesmos, fornecendo informações para o uso, manejo e conservação das espécies úteis. Essas informações podem ajudar os moradores das comunidades rurais envolvidas na pesquisa, a partir do momento que identificadas espécies ameaçadas de extinção local, fornecer aos mesmos, técnicas de manejo e uso sustentável dessas e de outras espécies.

Solicitamos a sua colaboração para fornecer informações sobre as plantas e animais da região por meio de entrevistas, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de ciências agrárias e ambientais, além de publicar em revista científicas nacionais e internacionais. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que poderá vir a receber por parte dos pesquisadores envolvidos no projeto.

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa ou Responsável Legal

OBSERVAÇÃO: (em caso de analfabeto - acrescentar)



Espaço para impressão
atiloscópica

Assinatura da Testemunha

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador (a) -----

Endereço (Setor de Trabalho): -----

Telefone: -----

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - UFPB
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO LAURO WANDERLEY - HULW
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES
HUMANOS - CEP

CERTIDÃO

Com base na Resolução nº 196/96 do CNS/MS que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley - CEP/HULW, da Universidade Federal da Paraíba, em sua sessão realizada no dia 26/04/2011, após análise do parecer do relator, resolveu considerar **APROVADO** o projeto de pesquisa intitulado **IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES DE USO DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREAS DE CAATINGA: UM ENFOQUE ETNOBIOLÓGICO E CONSERVACIONISTA.** Protocolo CEP/HULW nº. 297/11, Folha de Rosto nº 420134, do pesquisador **REINALDO FARIAS PAIVA DE LUCENA.**

Ao final da pesquisa, solicitamos enviar ao CEP/HULW, uma cópia desta certidão e da pesquisa, em CD, para emissão da certidão para publicação científica.

João Pessoa, 26 de abril de 2011.

Profª Drª Iaponira Cortez Costa de Oliveira
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa-HULW

Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley-HULW - 4º andar. Campus I - Cidade Universitária.
Bairro: Castelo Branco - João Pessoa - PB. CEP: 58051-900 CNPJ: 24098477/007-05
Fone: (83) 32167302 - Fone/fax: (083)32167522 E-mail - cephulw@hotmail.com

Formulário:

1. Qual o seu nome? Tem algum apelido?
2. Qual a sua data de nascimento?
3. Qual o seu estado civil?
4. Qual a sua ocupação?
5. Para que é utilizado o mandacaru?
6. Porque os agricultores plantam mandacaru? Onde e como os agricultores plantam o mandacaru?
7. Qual o tipo de mandacaru (características preferidas) os agricultores escolhem para plantar?
8. Se os agricultores não plantam o mandacaru, onde eles coletam?
9. Porque os agricultores preferem plantar o mandacaru e não outras cactáceas?
10. Os agricultores consomem o mandacaru? Com que frequência?
11. Por que gostam do mandacaru? O que o mandacaru representa para a vida do agricultor?
12. O agricultor usa o mandacaru para decoração em alguma festividade?
13. Quais os tipos de mandacaru conhecem? Qual a parte consumida? Qual prefere para comer (características preferidas)? Por quê?
14. Porque os agricultores não eliminam o mandacaru por completo para o uso?
15. Os agricultores notam alguma diferença morfológica entre as populações de mandacaru da comunidade e da área da serra? Quais as diferenças e porque seria diferente?
16. Em qual área da comunidade os agricultores preferem coletar o mandacaru? Por quê?
17. Os agricultores em algum momento pensaram na possibilidade de cultivar o mandacaru em larga escala? Como e porque fazê-lo?

Anexo V

Extração de DNA para *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*

Baseado em Doyle & Doyle (1987), com modificações.

Tecido:

- Espinhos de aréolas jovens

Reativos:

- Tampão CTAB 2X (Tris HCl 100 mM pH8, EDTA 200 mM, NaCl 1.4M, PVP 40 1%)
- 2-β mercaptoetanol
- Cloroformo-alcool isoamílico 24:1
- Isopropanol frio
- Tampão TE (Tris 10 mM, EDTA 1 mM pH8)
- Acetato de sódio (NaOAc) 3M pH 5.2
- Etanol a 70% e absoluto

Protocolo:

1. Adicionar 1000 µL de tampão CTAB 2X e 3 µL de 2-β mercaptoetanol a um tubo eppendorf;
2. Agitar vigorosamente a solução e o tecido vegetal. Incubar a banho maria a 65°C por 1 hora, agitar a cada 15 minutos;
3. Adicionar 1000 µL de clorofórmio:isoamílico e agitar vigorosamente. Centrifugar a 11.000 rpm por 45 minutos a 4°C. Transferir a fase aquosa a um tubo eppendorf novo.
4. Adicionar 600 mL de clorofórmio:isoamílico, agitar e centrifugar a 11.000 rpm por 20 minutos;
5. Adicionar um volume igual ao recuperado de isopropanol a -20°C e refrigerar a -20°C no mínimo uma hora;
6. Centrifugar a 8000 g durante 10 minutos a temperatura ambiente. Descartar o sobrenadante sem perder a pastilha;
7. Resuspender a pastilha em 100 µL de TE e incubar a 37°C por 15 minutos;

8. Adicionar 34 μL de NaOAc 3M e 1 mL de etanol a -20°C a 95%. Congelar a -20°C durante 1 hora, centrifugar a 8000 g durante 5 minutos e descartar o sobrenadante;
9. Lavar a pastilha com 1 mL de etanol a 70%. Centrifugar por 5 minutos e deixar secar;
10. Resuspender a pastilha em 50 μL de TE e armazenar a -20°C .

Normas para Publicação

Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine

Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine strongly encourages that all datasets on which the conclusions of the paper rely should be available to readers. We encourage authors to ensure that their datasets are either deposited in publicly available repositories (where available and appropriate) or presented in the main manuscript or additional supporting files whenever possible. Please see Springer Nature's [information on recommended repositories](#). Where a widely established research community expectation for data archiving in public repositories exists, submission to a community-endorsed, public repository is mandatory. A list of data where deposition is required, with the appropriate repositories, can be found on the [Editorial Policies Page](#).

Preparing your manuscript

The information below details the section headings that you should include in your manuscript and what information should be within each section.

Please note that your manuscript must include a 'Declarations' section including all of the subheadings (please see below for more information).

Title page

The title page should:

- present a title that includes, if appropriate, the study design e.g.:
 - "A versus B in the treatment of C: a randomized controlled trial", "X is a risk factor for Y: a case control study", "What is the impact of factor X on subject Y: A systematic review"
 - or for non-clinical or non-research studies a description of what the article reports
- list the full names, institutional addresses and email addresses for all authors
 - if a collaboration group should be listed as an author, please list the Group name as an author. If you would like the names of the individual members of the Group to be searchable through their individual PubMed records, please include this information in the "Acknowledgements" section in accordance with the instructions below
- indicate the corresponding author

Abstract

The Abstract should not exceed 350 words. Please minimize the use of abbreviations and do not cite references in the abstract. Reports of randomized controlled trials should follow the [CONSORT](#) extension for abstracts. The abstract must include the following separate sections:

- **Background:** the context and purpose of the study
- **Methods:** how the study was performed and statistical tests used
- **Results:** the main findings
- **Conclusions:** brief summary and potential implications
- **Trial registration:** If your article reports the results of a health care intervention on human participants, it must be registered in an appropriate registry and the registration number and date of registration should be in stated in this section. If it was not registered prospectively (before enrollment of the first participant), you should include the words 'retrospectively registered'. See our [editorial policies](#) for more information on trial registration

Keywords

Three to ten keywords representing the main content of the article.

Background

The Background section should explain the background to the study, its aims, a summary of the existing literature and why this study was necessary or its contribution to the field.

Methods

The methods section should include:

- the aim, design and setting of the study
- the characteristics of participants or description of materials
- a clear description of all processes, interventions and comparisons. Generic drug names should generally be used. When proprietary brands are used in research, include the brand names in parentheses
- the type of statistical analysis used, including a power calculation if appropriate

Results

This should include the findings of the study including, if appropriate, results of statistical analysis which must be included either in the text or as tables and figures.

Discussion

This section should discuss the implications of the findings in context of existing research and highlight limitations of the study.

Conclusions

This should state clearly the main conclusions and provide an explanation of the importance and relevance of the study reported.

List of abbreviations

If abbreviations are used in the text they should be defined in the text at first use, and a list of abbreviations should be provided.

Declarations

All manuscripts must contain the following sections under the heading 'Declarations':

- Ethics approval and consent to participate
- Consent for publication
- Availability of data and material
- Competing interests
- Funding
- Authors' contributions
- Acknowledgements
- Authors' information (optional)

Please see below for details on the information to be included in these sections.

If any of the sections are not relevant to your manuscript, please include the heading and write 'Not applicable' for that section.

Ethics approval and consent to participate

Manuscripts reporting studies involving human participants, human data or human tissue must:

- include a statement on ethics approval and consent (even where the need for approval was waived)
- include the name of the ethics committee that approved the study and the committee's reference number if appropriate

Studies involving animals must include a statement on ethics approval.

See our [editorial policies](#) for more information.

If your manuscript does not report on or involve the use of any animal or human data or tissue, please state "Not applicable" in this section.

Consent for publication

If your manuscript contains any individual person's data in any form (including individual details, images or videos), consent for publication must be obtained from that person, or in the case of children, their parent or legal guardian. All presentations of case reports must have consent for publication.

You can use your institutional consent form or our [consent form](#) if you prefer. You should not send the form to us on submission, but we may request to see a copy at any stage (including after publication).

See our [editorial policies](#) for more information on consent for publication.

If your manuscript does not contain data from any individual person, please state “Not applicable” in this section.

Availability of data and materials

All manuscripts must include an ‘Availability of data and materials’ statement. Data availability statements should include information on where data supporting the results reported in the article can be found including, where applicable, hyperlinks to publicly archived datasets analysed or generated during the study. By data we mean the minimal dataset that would be necessary to interpret, replicate and build upon the findings reported in the article. We recognise it is not always possible to share research data publicly, for instance when individual privacy could be compromised, and in such instances data availability should still be stated in the manuscript along with any conditions for access.

Data availability statements can take one of the following forms (or a combination of more than one if required for multiple datasets):

- The datasets generated and/or analysed during the current study are available in the [NAME] repository, [PERSISTENT WEB LINK TO DATASETS]
- The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.
- All data generated or analysed during this study are included in this published article [and its supplementary information files].
- The datasets generated and/or analysed during the current study are not publicly available due [REASON WHY DATA ARE NOT PUBLIC] but are available from the corresponding author on reasonable request.
- Data sharing is not applicable to this article as no datasets were generated or analysed during the current study.
- The data that support the findings of this study are available from [third party name] but restrictions apply to the availability of these data, which were used under license for the current study, and so are not publicly available. Data are however available from the authors upon reasonable request and with permission of [third party name].
- Not applicable. If your manuscript does not contain any data, please state 'Not applicable' in this section.

More examples of template data availability statements, which include examples of openly available and restricted access datasets, are available [here](#).

BioMed Central also requires that authors cite any publicly available data on which the conclusions of the paper rely in the manuscript. Data citations should include a persistent identifier (such as a DOI) and should ideally be included in the reference list. Citations of datasets, when they appear in the reference list, should include the minimum information recommended by DataCite and follow journal style. Dataset identifiers including DOIs should be expressed as full URLs. For example:

Hao Z, AghaKouchak A, Nakhjiri N, Farahmand A. Global integrated drought monitoring and prediction system (GIDMaPS) data sets. figshare. 2014. <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.853801>

With the corresponding text in the Availability of data and materials statement:

The datasets generated during and/or analysed during the current study are available in the [NAME] repository, [PERSISTENT WEB LINK TO DATASETS].^[Reference number]

Competing interests

All financial and non-financial competing interests must be declared in this section.

See our [editorial policies](#) for a full explanation of competing interests. If you are unsure whether you or any of your co-authors have a competing interest please contact the editorial office.

Please use the authors initials to refer to each author's competing interests in this section.

If you do not have any competing interests, please state "The authors declare that they have no competing interests" in this section.

Funding

All sources of funding for the research reported should be declared. The role of the funding body in the design of the study and collection, analysis, and interpretation of data and in writing the manuscript should be declared.

Authors' contributions

The individual contributions of authors to the manuscript should be specified in this section. Guidance and criteria for authorship can be found in our [editorial policies](#).

Please use initials to refer to each author's contribution in this section, for example: "FC analyzed and interpreted the patient data regarding the hematological disease and the transplant. RH performed the histological examination of the kidney, and was a major contributor in writing the manuscript. All authors read and approved the final manuscript."

Acknowledgements

Please acknowledge anyone who contributed towards the article who does not meet the criteria for authorship including anyone who provided professional writing services or materials.

Authors should obtain permission to acknowledge from all those mentioned in the Acknowledgements section.

See our [editorial policies](#) for a full explanation of acknowledgements and authorship criteria.

If you do not have anyone to acknowledge, please write "Not applicable" in this section.

Group authorship (for manuscripts involving a collaboration group): if you would like the names of the individual members of a collaboration Group to be searchable through their individual PubMed records, please ensure that the title of the collaboration Group is included on the title page and in the submission system and also include collaborating author names as the last paragraph of the "Acknowledgements" section. Please add authors in the format First Name, Middle initial(s) (optional), Last Name. You can add institution or country information for each author if you wish, but this should be consistent across all authors.

Please note that individual names may not be present in the PubMed record at the time a published article is initially included in PubMed as it takes PubMed additional time to code this information.

Authors' information

This section is optional.

You may choose to use this section to include any relevant information about the author(s) that may aid the reader's interpretation of the article, and understand the standpoint of the author(s). This may include details about the authors' qualifications, current positions they hold at institutions or societies, or any other relevant background information. Please refer to authors using their initials. Note this section should not be used to describe any competing interests.

Endnotes

Endnotes should be designated within the text using a superscript lowercase letter and all notes (along with their corresponding letter) should be included in the Endnotes section. Please format this section in a paragraph rather than a list.

References

All references, including URLs, must be numbered consecutively, in square brackets, in the order in which they are cited in the text, followed by any in tables or legends. The

reference numbers must be finalized and the reference list fully formatted before submission.

Examples of the BioMed Central reference style are shown below. Please ensure that the reference style is followed precisely.

See our editorial policies for author guidance on good citation practice.

Web links and URLs: All web links and URLs, including links to the authors' own websites, should be given a reference number and included in the reference list rather than within the text of the manuscript. They should be provided in full, including both the title of the site and the URL, as well as the date the site was accessed, in the following format: The Mouse Tumor Biology Database. <http://tumor.informatics.jax.org/mtbwi/index.do>. Accessed 20 May 2013. If an author or group of authors can clearly be associated with a web link (e.g. for blogs) they should be included in the reference.

Example reference style:

Article within a journal

Smith JJ. The world of science. *Am J Sci.* 1999;36:234-5.

Article within a journal (no page numbers)

Rohrmann S, Overvad K, Bueno-de-Mesquita HB, Jakobsen MU, Egeberg R, Tjønneland A, et al. Meat consumption and mortality - results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *BMC Med.* 2013;11:63.

Article within a journal by DOI

Slifka MK, Whitton JL. Clinical implications of dysregulated cytokine production. *Dig J Mol Med.* 2000; doi:10.1007/s801090000086.

Article within a journal supplement

Frumin AM, Nussbaum J, Esposito M. Functional asplenia: demonstration of splenic activity by bone marrow scan. *Blood* 1979;59 Suppl 1:26-32.

Book chapter, or an article within a book

Wyllie AH, Kerr JFR, Currie AR. Cell death: the significance of apoptosis. In: Bourne GH, Danielli JF, Jeon KW, editors. *International review of cytology*. London: Academic; 1980. p. 251-306.

OnlineFirst chapter in a series (without a volume designation but with a DOI)
Saito Y, Hyuga H. Rate equation approaches to amplification of enantiomeric excess and chiral symmetry breaking. *Top Curr Chem.* 2007. doi:10.1007/128_2006_108.

Complete book, authored

Blenkinsopp A, Paxton P. *Symptoms in the pharmacy: a guide to the management of common illness*. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science; 1998.

Online document

Doe J. Title of subordinate document. In: The dictionary of substances and their effects. Royal Society of Chemistry. 1999. [http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document](http://www.rsc.org/dose/title_of_subordinate_document). Accessed 15 Jan 1999.

Online database

Healthwise Knowledgebase. US Pharmacopeia, Rockville. 1998. <http://www.healthwise.org>. Accessed 21 Sept 1998.

Supplementary material/private homepage

Doe J. Title of supplementary material. 2000. <http://www.privatehomepage.com>. Accessed 22 Feb 2000.

University site

Doe, J: Title of preprint. <http://www.uni-heidelberg.de/mydata.html> (1999). Accessed 25 Dec 1999.

FTP site

Doe, J: Trivial HTTP, RFC2169. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2169.txt> (1999). Accessed 12 Nov 1999.

Organization site

ISSN International Centre: The ISSN register. <http://www.issn.org> (2006). Accessed 20 Feb 2007.

Dataset with persistent identifier

Zheng L-Y, Guo X-S, He B, Sun L-J, Peng Y, Dong S-S, et al. Genome data from sweet and grain sorghum (*Sorghum bicolor*). GigaScience Database. 2011. <http://dx.doi.org/10.5524/100012>.

Figures, tables additional files

See [General formatting guidelines](#) for information on how to format figures, tables and additional files.

Normas para Publicação

Plant Biology

Editorial Policy

Plant Biology publishes research results from all fields of plant science. Manuscripts must be of general interest, not only addressed to a specialized readership. The journal encourages publications with an interdisciplinary approach.

Plant Biology accepts

1. Problem-oriented original research papers (maximum 9000 words)
2. Problem-oriented short research papers (maximum five typeset pages)
3. Concise review articles
4. Acute views, i.e., comments on actual problems and provocative opinion articles.

Purely descriptive papers will not be accepted. The Editors welcome contributions from all over the world.

Effective with the 2015 volume, this journal will be published in an online-only format. Print subscription and single issue sales are available from Wiley's Print-on-Demand Partner. To order online click through to the ordering portal from the journal's subscribe and renew page on Wiley Online Library.

Submission of Manuscripts

Please submit your manuscript online at ScholarOne Manuscripts.

To submit a manuscript through ScholarOne Manuscripts, please follow these instructions:

1. If you do not yet have an account, go to <http://mc.manuscriptcentral.com/plabio> and click on 'Create Account'. You will then be sent a password by e-mail. If you already have an account, enter your user ID and password and click on 'Log In'. (Note: if necessary you can change your password under 'Edit My Account'.)
2. On the welcome page, click on 'Corresponding Author Center'.
3. You then reach the 'Author Center Dashboard', click on the star icon for manuscript submission.
4. Follow the steps 1-7 until manuscript submission is completed. The main document including title, abstract, key words (MS Word file), tables (MS Word files) and figures (*.eps, *.tif or *.jpg files) are loaded onto the system as individual files. The text should be written double spaced and with line numbering. (Note: you may also interrupt the online submission and continue at a later time.) Authors are encouraged to provide

additional information as Supporting Information that will be accessible online.

5. Fast-Track Publication: *Plant Biology* offers special handling of manuscripts that have been rejected from very high-level journals. Authors are encouraged to enclose the original manuscript, the reviews plus the comments from the editor, and the revised manuscript of previously reviewed manuscripts to expedite their handling as your manuscript may be accepted based on the previous reviews. Please also include a letter with a point by point response to the concerns raised by the reviewer(s). You will receive a final decision from the Managing Editor within a few days of submitting manuscripts with reviews.

6. Authors should address the following points in their cover letter. 1. What are the aims and hypothesis of their paper?; 2. What new achievements or innovations do they present?; 3. What is the general significance of their paper and why is it timely?

7. Submission of your manuscript will be confirmed by an e-mail that will give you the 'Manuscript ID Number'. Please refer to this number in all correspondence with the editorial office. With your submission, you guarantee that all co-authors agree with the submission of the manuscript.

Should you encounter difficulties submitting a manuscript to ScholarOne Manuscripts, please contact the editorial office by e-mail at annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de or by telephone ++49(0)761/203-8300. Help is also available on the introductory page of ScholarOne Manuscripts in the form of an 'Online User's Guide'. To access the guide, click on 'Get Help Now' in the top right-hand corner.

Online production tracking is now available for your article through Wiley-Blackwell's Author Services

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Conditions for Publication

Research papers may be submitted that have not been published previously, even as a summary. Concise presentation is required. Although the non-specialist reader should be kept in mind when abstracts, introductions and discussions are written, lengthy review type introductions and speculative discussions should be avoided. Experimental methods should be explained in detail except for standard procedures. Diffuse and repetitive style should be avoided. Illustrations and tables should be limited to the truly essential material.

Plant Biology preferentially publishes **short research papers** (five typeset pages maximum) that will be reviewed with high priority.

Concise review articles that synthesize the state of the art in an original way are highly desirable for this journal.

Acute views contributions should contain brief comments on an actual problem (2-3 typeset pages).

CrossCheck for plagiarism: All submissions will be run through CrossCheck to identify any plagiarism. If an author is found to have plagiarized all or parts of his or work, the author's institute will be notified of the breach of scientific conduct.

New: Pre-submission English-language editing

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscripts professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

Length of Papers

Papers should not exceed 8 printed pages or 9,000 words. One typeset page in the journal (without figures and tables, with about 3 subheads and paragraphs) usually contains roughly 6200 characters. The number of figures plus tables should not exceed 9. Appendices will be published as Supporting Information rather than in the main text.

References: About 40 to 50 references usually fill one printed page.

Page Charges: Original research papers longer than the guidelines given above when in proof are subject to a page charge at a rate of €125 per page above the 8-page limit (first 8 pages are free of charge). An invoice will be sent to authors for these charges upon publication of their article in an issue. Invited and review articles are excluded from this rule. Waiving of page charge will not be accepted.

Arrangement

Research papers

Title page: The first page of each paper should indicate: The title, the authors' names and affiliations, a short title for use as running head, the name, address, e-mail address, phone and fax number of the corresponding author, and 3 to 7 keywords.

Abbreviation: List with abbreviations where appropriate.

Abstract: The abstract must be usable as a stand-alone document and must not exceed 250 words. For all papers submitted from 2016 onwards, a structured abstract is required using four bullet points to indicate (1) the research conducted including its rationale, (2) central methods applied, (3) key results, and (4) main conclusions including key points of discussion. It should not contain citations of other papers. For reviews, bullet points do not apply.

The following sections cover the usual contents: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References (see below), Tables (see below), Figure legends (see below), Illustrations (see below). In Materials and Methods, Results and Discussion subheadings are possible. If an author chooses to combine sections Results and Discussion, an additional section Conclusions can be added, but this must be brief.

Concise review articles

Choose subheadings as appropriate but do not use a numbering system. Title page, Key words, Abstract and other items as for full length papers.

Tables

Tables must be serially numbered in Arabic numerals and each must carry a brief descriptive heading. Tables reproduced from other publications must state their precise source. Only signs that can be typeset should be used in the tables and legends. Please provide Tables in Word and include them at the end of the manuscript after the References, each on a separate page. Refrain from using both tables and graphs to demonstrate the same results.

Figures and Graphics

Electronic artwork

It is essential that all artwork is provided in electronic format. Please save vector graphics (e.g. line artwork) in Encapsulated Post-script (EPS) format and bitmap files (e.g. half-tones) in Tagged Image Format (TIFF). Detailed information on our digital illustration standards is available at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

Please do not embed any tables and/or figures in the text document. If you should encounter difficulties upon submitting figures and graphics, please contact the editorial office by e-mail under annette.schlierenkamp@ctp.uni-freiburg.de or by telephone under ++ 49/(0)761/203-8300.

References

The list of references must include all (but no additional) references quoted. Arrange references alphabetically according to author name, not chronologically. The name of the journals containing the cited papers should be given in full. Town/city and country names should be provided for non-journal refs.

Each article reference should be given as in the following example:

Alfano J.R., Collmer A. (2004) Type III secretion system effector proteins: double agents in bacterial disease and plant defence. *Annual Review Phytopathology*, **42**, 385–414.

Books or other non-serial publications which are quoted in the references must be cited as follows:

Gage J.D., Tyler P.A. (1991) *Deep-sea Biology: A Natural History of Organisms at the*

Deep-sea Floor. Cambridge University Press, Cambridge, UK: 504 pp.
Lester R.N., Hasan S.M.Z. (1991) Origin and domestication of the brinjal eggplant, *Solanum melongena*, from *S. incanum*, in Africa and Asia. In: Hawkes J.G., Lester R.N., Nee M., Estrada N. (Eds), *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution*. Royal Botanic Gardens, Kew; London, UK: 369-387.

Articles not yet published may only be cited if they have definitely been accepted for publication. They must be denoted by the expression 'in press'.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting.

Units

Plant Biology will follow the system of SI units (Systeme International d'Unites). Within a given paper chosen units must be uniform.

Abbreviation

Note that common abbreviations can be used without explanation. Others must be explained. In case of doubt always give an explanation. Use FW = fresh weight and DW = dry weight.

Scientific Names

Scientific names should be cited in their complete form when first mentioned with genus - species - authority - cultivar (cv.) or subspecies (ssp.) where appropriate. Latin names should be underlined or typed in *italics*. Subsequently the generic names should be abbreviated, but avoid confusion: e.g. use *A. comosus* if the only genus with a first letter A in your paper is *Ananas*; but use unambiguous abbreviations if you have more than one genus with the same first letter, e.g. *Ananas comosus*, *Aechmea nudicaulis* = *A. comosus*, *Ae. nudicaulis*, etc. Common names of organisms must be accompanied by the correct scientific name when first mentioned. For rare or exotic genera it may be useful to give the name of the family and/or higher taxon in brackets when first mentioned.

Copyright

Authors will be required to assign copyright of their paper to the German Society for Plant Sciences, Royal Botanical Society of the Netherlands and Blackwell Publishing. Copyright assignment is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production unless copyright has been assigned. (Papers subject to government or Crown copyright should tick relevant box on the form). The publishers will not refuse any reasonable request by authors for permission to reproduce their contributions to the journal.

Reprints

A PDF offprint of the online published article will be provided free of charge to the corresponding author, and may be distributed subject to the Publisher's terms and conditions. The corresponding author will be asked to provide up to seven email

addresses for early distribution of a PDF offprint by the publisher. Paper offprints of the printed published article may be purchased if ordered via the method stipulated on the instructions that will accompany the proofs. Printed offprints are posted to the correspondence address given for the paper unless a different address is specified when ordered. Note that it is not uncommon for the printed offprints to take up to 8 weeks to arrive after publication of the journal. For further information please contact C.O.S. Printers PTe Ltd, 9 Kian Teck Crescent, Singapore 628875; Fax: +65 6265 9074; E-mail: offprint@cosprinters.com.

Author material archive policy

Please note that unless specifically requested, the Publisher will dispose of all hardcopy or electronic material submitted 2 months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the editorial office or production editor as soon as possible after the final decision about publication.

Production

You will receive a proof of your article approximately 4 weeks after acceptance. The proof will contain instructions on how to return corrections and answers to the queries listed at the end of the proof.