

Desenvolvimento de métodos de recuperação de áreas degradadas no Seridó Paraibano aplicando novas técnicas de nucleação biológica com espécies de Cactaceae e Euphorbiaceae: avaliação preliminar**Development of recovery methods for degraded areas in Seridó Paraibano using new biological nucleation techniques with species of Cactaceae and Euphorbiaceae: preliminary evaluation**

DOI:10.34117/bjdv6n9-396

Recebimento dos originais:08/08/2020

Aceitação para publicação:17/09/2020

Edinalva Alves Vital dos Santos

Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Botânica, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE/PPGB

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE

Endereço: Rua Antônio Paulo da Silva N° 285, Centro Jaçanã-RN, CEP- 59225-000

E-mail: ednalva.avs@gmail.com

Francinaldo Leite da SilvaDr. em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN
Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Picuí

Endereço: Acesso à Rodovia PB 151, s/ Bairro Cenecista Picuí – PB, CEP: 58187-000

E-mail: francinaldos@gmail.com

Daniela Batista da Costa

Dra. em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco

Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Picuí

Endereço: Acesso à Rodovia PB 151, s/n Bairro Cenecista Picuí – PB, CEP: 58187-000

E-mail: dani_agro@yahoo.com.br

Frederico Campos Pereira

Dr. em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande- UFCG

Instituição: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Pedras de Fogo

Endereço: Rua André Vidal de Negreiros, s/n Centro Pedras de Fogo-PB, CEP 58328- 000

E-mail:fredcampos2000@yahoo.com.br

RESUMO

O Seridó como núcleo de desertificação enfrenta problemas de aspectos socioeconômicos e ambientais, e as políticas públicas que tratam desta problemática são falhas, onde não se ver ações de combate à desertificação na região Seridó. Frente a este cenário abraçou-se o desafio de desenvolver métodos de recuperação de áreas degradadas, através de três modelos inéditos de

nucleação: mandala, transepto e espiral, contendo uma mistura de plantas xerófilas, buscando contribuir na colonização biológica de áreas em processo de desertificação. Este estudo teve por objetivo analisar a fenologia das espécies plantadas nesses três modelos de núcleos. O experimento foi realizado na Fazenda Agroecológica Gavião, Zona Rural de Picuí-PB. Para execução deste estudo foram plantadas espécies xerófilas a exemplo do Xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber) Byles & Rowley), Facheiro, (*Pilosocereus pachycladus* F.Ritter) Mandacaru com e sem espinhos (*Cereus hildmannianus* K.Schum e *Cereus jamacaru* DC.), Palma de espinho (*Opuntia dillenii* ker-Grawl.), Maniçoba (*Manihot glaziovii* Müll.Arg., Aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.) e Pinhão bravo (*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.) em formatos de plantio mandala, transepto e espiral. Aos 240 dias após o plantio registrou-se 100 % de sobrevivência para o Xique-xique e a Palma de espinho. Os melhores índices de brotações foram para a Palma de espinho com 18,33% e o Pinhão bravo, com 17,3%. As melhores médias de floração e frutificação dão destaque para o Pinhão bravo e o Facheiro. Conclui-se que estas xerófilas se desenvolveram bem e podem colonizar áreas degradadas, tornando-se ferramentas biológicas eficientes no combate à desertificação do Seridó Paraibano.

Palavras-chaves: Inovação, Núcleos, Plantas xerófilas, Semiárido

ABSTRACT

Seridó as a core of desertification faces problems of socioeconomic and environmental aspects, and public policies that address this issue are flaws, where there are no actions to combat desertification in the Seridó region. Faced with this scenario, the challenge of developing methods for recovering degraded areas was embraced, through three new models of nucleation: mandala, transept and spiral, containing a mixture of xerophilic plants, seeking to contribute to the biological colonization of areas undergoing desertification. This study aimed to analyze the phenology of species planted in these three nucleus models. The experiment was carried out at the Farm Agroecological Hawk, in the Rural Area of Picuí-PB. To carry out this study, xerophilic species were planted, such as Xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (FACWeber) Byles & Rowley), Facheiro, (*Pilosocereus pachycladus* F.Ritter) Mandacaru with and without thorns (*Cereus hildmannianus* K.Schum and *Cereus jamacaru* DC.), Thorn palm (*Opuntia dillenii* ker-Grawl.), Maniçoba (*Manihot glaziovii* Müll.Arg., Aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.) and brave pinion (*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.) In mandala planting formats, transept and spiral. At 240 days after planting, 100% survival was recorded for Xique-xique and thorn palm. The best sprouting rates were for thorn palm with 18.33% and brave pinion, with 17, 3% The best flowering and fruiting averages highlight Pinhão bravo and Facheiro, concluding that these xerophils have developed well and can colonize degraded areas, becoming efficient biological tools to combat the desertification of Seridó Paraibano.

Keywords: Innovation, Nucleation, Xerophilic plants, Semiarid

1 INTRODUÇÃO

As áreas susceptíveis a desertificação no Brasil se encontra no Semiárido, região Nordeste do País e em uma pequena parte do Sudeste (Alves et al., 2009). As principais atividades antrópicas no Nordeste que tem influenciado a desertificação estão ligadas principalmente as atividades minerárias e ao desmatamento pra obtenção de lenha, principal recurso de fonte de energia para as fábricas, padarias e cerâmicas do Seridó e microrregiões circunvizinhas, bem como pelo perfil

agrícola da região, atrelado na derrubada e queimadas da vegetação. Essa série de fatores antrópicos culminado com o clima da região, tem acelerado o processo de desertificação no Nordeste (Perez-Marim et al., 2012).

O Semiárido Brasileiro (SAB) pelo seu clima já é naturalmente susceptível a desertificação, uma vez que este fenômeno está aliado às secas prolongadas e ao Índice de Aridez (IA), bem como pelo regime de chuvas irregular com variação interanual (Santos e Aquino, 2016). No tocante Perez-Marim et al (2012), infere que os núcleos de desertificação no Semiárido Brasileiro (SAB) se desencadeiam em um ambiente com fragilidade ecológica, onde as interações das ações produtivas com os recursos naturais desta região são realizadas sem a utilização de práticas adequadas. De acordo com Alves et al (2009), a Paraíba é o Estado Brasileiro com maior nível de desertificação. Esta informação corrobora os dados do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), quando afirma que a Paraíba é o estado brasileiro mais afetado proporcionalmente, pela desertificação.

De acordo com o relatório preliminar da Programa de Ação Estadual de Combate à desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado da Paraíba (PAE-PB 2011), 93,7% do território do estado está em processo de desertificação, sendo que 58% em nível alto de degradação. Estes são dados extremamente preocupantes, fazendo-se necessário ações emergenciais que possam atuar de forma eficiente na recuperação destas áreas. Perez-Marim et al (2012), reporta que o núcleo de desertificação do Seridó compreende uma área de 2.987 km², sendo a população afetada de 260 mil habitantes. O autores relaciona a desertificação neste núcleo principalmente aos fatores climáticos, elencando a temperatura e a combinação de precipitação pluviométrica baixa e irregular. Destaca também a topografia acidentada, com solos rasos e pedregosos, além da pluviosidade influenciar na modelagem da paisagem.

No entanto Perez-Marim et al (2012), não descarta a participação antrópica como intensificadora deste processo. Neste aspecto relata que as intervenções antrópicas estão aliadas a supressão vegetal e a pecuária extensiva. Reporta que o setor cerâmico extrai consideráveis quantidades de argilas dos baixios formando imensas crateras imprestáveis as atividades agrícolas, enquanto a pecuária extensiva consome toda vegetação herbácea deixando os solos desnudos e expostos ao período seco, e no inverno susceptíveis a erosão pelas chuvas torrenciais.

Sabe-se, portanto, que os efeitos da seca e da desertificação atinge milhares de pessoas, e que ações de combate ou mitigação aos efeitos da seca e da desertificação precisam emergencialmente serem arquitetadas e executadas. Para tanto é necessário que haja o interesse governamental na elaboração e execução de políticas públicas que atenuem essa problemática. O fomento a projetos de extensão, pesquisa e inovação com viés na recuperação de áreas degradadas,

elaborados por dispositivos federais, estaduais e municipais, bem como as Instituições de Ensino Superior (IES) que dão visibilidade a esses infortúnios ambientais, podem apresentar soluções pontuais que possam mudar gradativamente o cenário ambiental de regiões que sofrem pressões antropológicas e climáticas, como é o caso da região Seridó da Paraíba.

Partindo destes pressupostos desenvolver e executar projetos de reflorestamento em áreas degradadas em risco ou com índice de desertificação no Semiárido é um desafio árduo, pelo período longo de estiagem, baixas precipitações, e elevadas temperaturas. No entanto na perspectiva de se utilizar plantas xerófilas típicas da caatinga desenvolver experimentos para recuperação de áreas degradadas se torna bastante pertinente uma vez que estas espécies são extremamente adaptadas as condições edafoclimáticas adversas do Semiárido e estudos na região Seridó nesta perspectiva, já tem apresentado resultados exitosos (Pereira et al., 2015; Santos et al., 2016).

Neste sentido, abraçou-se o desafio de implantar um experimento em áreas degradadas por agricultura em uma Fazenda no Seridó da Paraíba, buscando promover a colonização destas áreas através do plantio de espécies xerófilas a exemplo do Xique-xique, Facheiro, Mandacaru com e sem espinhos, respectivamente, Palma de espinho e de Euphorbiaceae: Maniçoba, Aveloz e Pinhão bravo. Obedecendo três modelos de nucleação considerado inovador: transepto, mandala e espiral.

Não há registro de formatos de plantios que caracterizem um modelo específico de restauração de áreas degradadas em ambiente de Caatinga, nem com as espécies trabalhadas, pelo menos nas referências consultadas, o que conota aspecto de inovação e ineditismo a esse trabalho especificamente.

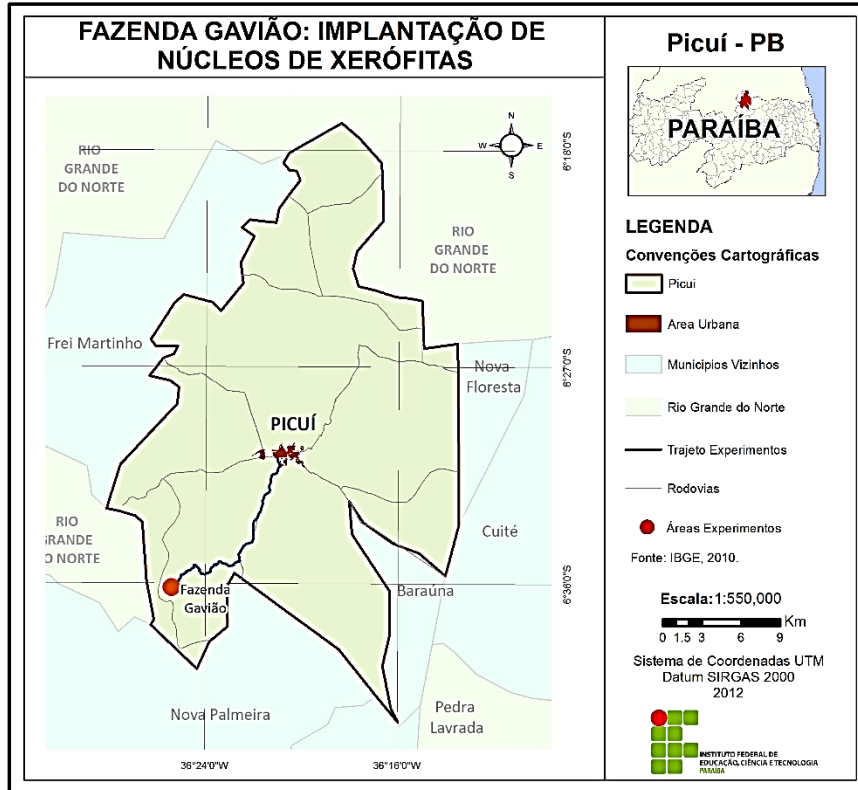
Neste sentido o objetivo deste trabalho foi desenvolver três modelos inovadores de nucleação (Mandala, Transepto e Espiral), contendo uma mistura de plantas xerófilas Cactaceae e Euphorbiaceae, que contribuíssem para a colonização biológica de áreas degradadas, bem como avaliar dados preliminares da fenologia das espécies em cada núcleo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Esse experimento inovador foi implantado no mês de agosto de 2017, na Fazenda Agroecológica Gavião, localizada na Zona Rural do município de Picuí-PB, situada na região centro-norte do estado da Paraíba, localizada na mesorregião da Borborema e microrregião do Seridó Oriental Paraibano (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo- Fazenda Gavião- Picuí- Paraíba, Brasil



O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Bsh-Semiárido quente. A pluviometria na cidade de Picuí é de distribuição irregular com 77% de seu total concentrando-se em 04 meses. A temperatura média anual situa-se entre 23 °C à 25 °C e a vegetação predominante é do tipo Caatinga-Seridó.

Para a instalação do experimento foram selecionadas áreas reconhecidamente degradadas por monocultivos de algodão e sisal, cultivados durante mais de trinta anos na referida propriedade. As espécies escolhidas foram plantas xerófilas adaptadas ao bioma caatinga, preferencialmente de duas famílias botânicas, Cactaceae: Xique-xique, Facheiro, Palma de espinho, Mandacaru com, Mandacaru sem espinho, e de Euphorbiaceae: Maniçoba, Aveloz, e Pinhão bravo, perfazendo um total de oito espécies.

A média pluviométrica para os meses trabalhados no município de Picuí foi de 145 mm entre Agosto de 2017 e Março de 2018 segundo dados obtidos pela AESA/CAGEPA do município de Picuí-PB.

2.2 DESENHO EXPERIMENTAL

Essas espécies foram plantadas em forma de núcleos, obedecendo três formatos diferentes de plantio: mandala; transepto e espiral (Figura 2), compreendendo um delineamento fatorial 3 x 8

(3 modelos de núcleos e 8 espécies de plantas) Cada núcleo compreende um raio de 5 metros e cada núcleo contém 32 plantas, sendo quatro de cada espécie. O plantio se deu por estacas para as espécies de Euphorbiaceae e destacamento dos cladódios para as cactáceas. Cada núcleo tem três repetições, e os mesmos não foram cercados. Os berços do plantio são de 15 cm³, adubados com meio quilo de esterco bovino (adubação orgânica). Não houve nenhum tipo de irrigação e nenhum trato cultural na condução desses núcleos. Em março de 2018, aos 240 DAP (Dias Após o Plantio), foram avaliados os índices de sobrevivência das espécies, brotação, floração e frutificação (Figura 4).

Figura 2. Formatos dos núcleos (Espiral, Transepto e Mandala)



Fonte: Arte-Dalverne, 2018.

Figura 3. Implantação dos experimentos e avaliação. A. abertura dos berços para implantação do núcleo espiral; B. Núcleo mandala instalado com placa de identificação; C. Avaliação do índice de sobrevivência, D. Avaliação do índice de brotação

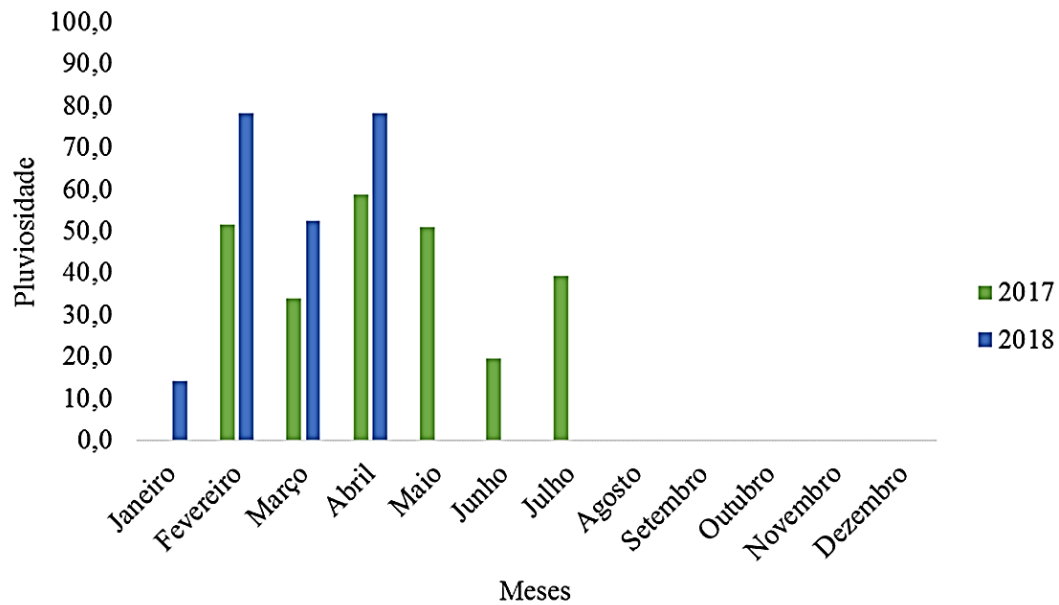


Fonte: Os autores, 2020

3 RESULTADOS

A média pluviométrica para os meses trabalhados no município de Picuí foi de 145 mm entre agosto de 2017 e março de 2018, segundo dados da AESA/CAGEPA do município de Picuí-PB (Figura 4).

Figura 4. Pluviometria Mensal por Posto Pluviométrico entre os dias 01/01/2017 e 31/07/2018.



3.1 ÍNDICE DE SOBREVIVÊNCIA

O percentual de sobrevivência nos respectivos tratamentos mandala, transepto e espiral com as espécies Xique-xique, Facheiro e Palma de espinho não diferiram estatisticamente entre si. Por outro lado, os núcleos transeptos e espiral diferem estatisticamente com a espécie Mandacaru com espinho, de modo que é estatisticamente superior ao núcleo mandala. Para as demais espécies os núcleos não diferem entre si.

Comparando o índice de sobrevivência entre as espécies por núcleo, tem-se que as espécies Xique-xique, Facheiro, Palma de espinho e o Pinhão bravo, não diferem entre si no núcleo mandala e transepto, mas tiveram índices de sobrevivência estatisticamente superior as demais espécie dentro do núcleo. Para o núcleo espiral o Xique-xique, Facheiro, Palma de espinho e Mandacaru com espinho não diferem estatisticamente entre si, embora apresentem índice de sobrevivência estatisticamente superior as demais (Tabela 1).

Tabela 1. Índices médios de sobrevivência das espécies de Cactaceae e Euphorbiaceae cultivadas em diferentes modelos de nucleação em áreas degradadas aos 240 (DAP).

Espécies /Núcleos	Mandala	Transepto	Espiral
Xique-xique	100 aA	100 aA	100 aA
Facheiro	83,33 aAB	83,33 aAB	83,33 aAB
Palma de espinho	100 aA	100 aA	91,67 aA
Mandacaru c/esp.	50 bB	58,33 aB	83,33 aAB
Mandacaru s/esp.	0,00 aC	0,00 aC	0,00 aC
Aveloz	0,00 aC	0,00 aC	0,00 aC
Pinhão bravo	91,67 aA	75 abAB	50 bB
Maniçoba	0,00 aC	0,00 aC	0,00 aC
CV= (%)	28.33		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados de sobrevivências foram fantásticos tendo em vista que após a implantação dos núcleos, passaram-se cinco meses sem chover no Seridó. De modo que entre agosto e dezembro não houve precipitações. Foram registradas chuvas apenas em janeiro, fevereiro e março, com um percentual de apenas 145 mm. A palma de espinho, se mostrou mais resistente nos núcleos mandala e transepto, onde tiveram 100% de sobrevivência. Desta forma os núcleos mandala e transepto são os modelos mais exitosos para o plantio desta espécie em áreas degradadas no Seridó da Paraíba.

O Mandacaru com espinho também se apresentou como uma planta bem sucedida nos tipos de nucleação, embora, evidenciando sobrevivência estatisticamente mais significativa no núcleo espiral. Ótimos resultados de sobrevivência foram registrados por Moreira et al (2015) para o Mandacaru sem espinho plantados em dois tratamentos (Cladódios com a parte apical =T1 e Cladódios sem a parte apical= T2) no período chuvoso (janeiro a julho) no município de Pedra Lavrada- PB. Os resultados evidenciaram que no T1 o Mandacaru sem espinho teve 99,0% de sobrevivência e no T2 95.0%. O Mandacaru com espinho aqui tratados no núcleo espiral mesmo no período seco apresentou mais de 80% de sobrevivência. Pelos resultados de Moreira et al (2015), e os aqui registrado, sugere-se utilizar o modelo espiral e plantar o Mandacaru com espinho no período chuvoso. Teoricamente aplicando este modelo de necleação e a época de plantio o Mandacaru com espinho pode apresentar excelentes resultados de sobrevivência.

Elencando o ótimo desenvolvimento das espécies de Xique-xique e Facheiro, todos núcleos se mostraram eficientes para o Xique-xique, de modo que a sobrevivência foi de 100%, e o Facheiro mais de 80% de sobrevivência também em todos os núcleos. Essas espécies em experimentos

anteriores, já foram plantadas em áreas degradadas nas condições do Seridó paraibano, inclusive na Fazenda Agroecológica Gavião. Os resultados apontados no estudo de Santos et al (2016), arrolou que o Facheiro plantado no espaçamento 1x1m obtiveram sobrevivência de 82,5 %, enquanto que o espaçamento 2x1m somente 47,5% sobreviveram. Enquanto o estudo de Pereira et al (2013) revela que Xique-xique plantados em áreas degradadas por mineração, lixão, estrada e agricultura no período chuvoso (março), tiveram aos 720 DAP os melhores resultados de sobrevivência de 100 % e 95 % nas áreas degradadas por mineração e agricultura, respectivamente.

Pela literatura e os resultados obtidos neste estudo, O Facheiro e o Xique-xique, sobrevivem bem em áreas degradadas decorrentes de várias atividades antrópicas. Plantadas nestes diferentes modelos de núcleos o proprietário poderá colonizar espaços degradados de sua propriedade através de uma técnica simples e barata. Estas espécies sobrevivem e se desenvolvem muito bem mesmo em condições desfavoráveis, como as regiões secas, com baixos índices pluviométricos e altas temperaturas. Por suas características morfoanatômicas e fisiológicas serem bem adaptadas a estas condições climáticas, as espécies passam a ser indicadas como ideais na colonização de áreas degradadas. De acordo com Arruda et al (2005), as cactáceas apresentam um conjunto de caracteres adaptativos comuns à família e que possivelmente são responsáveis pelo seu sucesso em ambientes adversos, como regiões secas.

O uso de espécies de euforbiáceas, para recuperação de áreas de Caatinga também é bastante pertinente, pois de acordo com Souza et al (2015) as euforbiáceas são resistentes à escassez hídrica, e temperaturas elevadas. O Pinhão bravo é uma espécie pioneira em povoar e resistir em áreas degradadas (Costa et al., (2009). Neste trabalho o melhor desempenho do Pinhão bravo foi no núcleo mandala.

Os resultados negativos de sobrevivência encontrados foram associados a Maniçoba, Aveloz e Mandacaru sem espinho, de modo que em cada núcleo essas plantas tiveram 100% de mortalidade. Alguns fatores podem ser elencados para explicar a mortandade das mudas, considerando os fatores edafoclimáticos a exemplo de uma área degradada, presumindo-se baixa fertilidade, baixa umidade causada pelo período de mais de cinco anos de seca, além destes aspectos a qualidade da muda também pode ser levada em consideração. Coromoto et al (2010), apontam que o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade de uma cultura podem ser indiretamente afetados pela baixa qualidade da muda.

Ressalta-se que foi possível visualizar as estacas da Maniçoba e do Aveloz mortas dentro de cada núcleo. No entanto não se viu nenhum vestígio do Mandacaru sem espinho. Desta forma presume-se que algum animal tenha se alimentado dessa espécie, haja vista que não houve

cercamento dos os núcleos. No entanto não se descarta o uso dessas espécies, embora seja necessário novos experimentos pra melhor avaliá-las.

3.2 BROTAÇÃO

Os dados de brotações evidenciam que os núcleos de plantio não diferiram estatisticamente entre si com as espécies Xique-xique e Facheiro. Já os núcleos transepto e espiral tiveram médias de brotações que diferiram estaticamente do núcleo mandala com a Palma de espinho (Figura 5B, de modo que os núcleos transepto e espiral apresentam médias de brotação superior aos registrado para o núcleo mandala. Em contra partida o núcleo mandala teve brotações superiores aos núcleos transepto e espiral com o Pinhão bravo (Figura 5C).

Comparando as brotações entre espécies para cada formato de núcleo observa-se que o Pinhão bravo foi estatisticamente superior as demais espécies no núcleo mandala, enquanto no núcleo transepto a Palma de espinho se mostrou superior as restantes, já no núcleo espiral observa-se que também a Palma de espinho e o Pinhão bravo se mostraram com brotações significativamente superior as outras espécies (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de brotações (g) das espécies de Cactaceae e Euphorbiaceae por núcleo (240 DAP).

Espécies /Núcleos	Mandala	Transepto	Espiral
Xique-xique	2,33 aC	2,33 aC	2,33 aB
Facheiro	3,00 aAB	1,67 aC	1,67 aB
Palma de espinho	8,66 bB	18,33 aA	14,33 aA
Mandacaru c/esp.	0,33 aC	0,67 aC	1,67 aB
Mandacaru s/esp.	0,00 aC	0,00 aC	0,00 aB
Aveloz	0,00 aC	0,00 aC	0,00 aB
Pinhão bravo	17,3 aA	9,67 bB	11,33 bA
Maniçoba	0,00 aC	0,00 aC	0,00 aB
CV (%)=	60.38		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Palma de espinho teve brotações mais significativas no núcleo transepto onde atingiu 18,33%. Até o momento desta pesquisa não foi encontrado estudos publicados que reportem a fenologia vegetativa da Palma de espinho. No entanto Costa et al (2015) em seus estudos com as variedades: Miúda (*Nopalea cocholenifera*) e Baiana (IPA-Sertânia), ambas também plantada nas condições edafoclimáticas do Seridó Paraibano, obtiveram médias de brotações de 2,65% para a variedade miúda e 1,75% para a variedade Baiana. Diante da literatura citada, observa-se que a Palma de espinho, mesmo passando por um estresse hídrico de 5 meses sem incidência de chuva na área do experimento, emitiu brotações mais relevantes que as demais variedades de palma avaliada

por Costa et al (2015), o que reforça a possibilidade de uso desta xerófila, e destes modelos de nucleação em áreas degradadas da região Seridó.

Não se observou diferença nas médias de brotação do Xique-xique para os modelos de núcleos trabalhados, de modo que todos apresentaram valores de 2,33% de brotações (Figura 3D). Pereira et al (2013) em seu estudo com Xique-xique, em três áreas degradadas do Seridó paraibano, registrou as seguintes médias de brotação: 10,0 % em área de agricultura, e 8,3 % nas áreas de estrada e mineração aos 270 (DAP). Mesmo havendo diferenças no que diz respeito ao tempo de cultivo e modelo de plantio do xique-xique realizado por Pereira et al (2013) aos relatados neste estudo. Nota-se que o Xique-xique resiste e conseguem se desenvolver em áreas degradadas, o que fortalece o seu uso para este tipo de experimento. O Xique-xique desenvolve-se muito bem em áreas mais secas, cresce em solos rasos, em cima de rochas e se multiplica regularmente, cobrindo extensas áreas. Essa capacidade de colonizar espaços é fundamental para promover um fechamento natural, como aponta Abílio et al (2010), tendo em vista essa característica de formar boladas e reboleias. Desta forma o plantio do Xique-xique passa a ser uma excelente escolha na recuperação de ambientes degradados.

O Facheiro se desenvolveu melhor no núcleo mandala, superando as médias de brotação no transepto e espiral. Este resultado pressupõe que a disposição como foi plantado no núcleo mandala pode ter favorecido o seu desenvolvimento. Santos et al (2016), estudou o Facheiro plantados sob diferentes espaçamentos nas condições do Seridó da Paraíba e verificou que no espaçamento 1,0 x 1,0 m houve um maior número de brotações laterais, cerca de 46 brotações, e no espaçamento 2,0 x 1,0 m cerca de 127 de brotações apicais. A literatura evidencia que o Facheiro é capaz de atingir valores consideráveis de brotação em plantio menos adensado. Este potencial em formar aportes de biomassa é extremamente importante na ocupação dos espaços degradados, por servir de cobertura para os solos que se encontram desnudos e susceptíveis a perdas por erosões, causadas pelas ações dos ventos e das chuvas.

O Mandacaru com espinho se desenvolveu melhor no núcleo espiral, tendo em vista que o maior valor de brotação foi registrado nesse núcleo, muito embora este valor não tenha diferido estatisticamente com os demais núcleos. Moreira et al (2015), plantou a variedade sem espinho no período de chuva também no Seridó, em dois tratamentos: estacas plantadas com a parte apical (Tratamento 1) e estacas plantas desprovidas da parte apical (Tratamento 2). No T1 o índice de formação dos brotos foram apenas 26% e no T2 observou-se uma maior quantidade de brotações, sendo de 41%. Observa-se que o Mandacaru com espinho se desenvolve bem nas condições do Seridó, seja com estacas podadas no período chuvoso como no experimento de Moreira et al (2015)

ou mais extraordinariamente na presente pesquisa em diferentes modelos de plantio no período seco de cinco meses, com solos que a mais de seis anos tem apresentado estresse hídrico pela seca que castiga a região Seridó desde 2012.

O Pinhão bravo apresentou consideráveis valores de brotação principalmente no núcleo mandala, onde os valores de brotação foram estaticamente superiores aos demais núcleos, como também superiores as outras espécies dentro do núcleo mandala. (Figura 3C). A literatura não traz resultados que discutam essa variável para o Pinhão bravo. No entanto o fato desta espécie ser pioneira na colonização de área antropizada, reforça que a escolha foi acertada e que este fato pode ser decisivo no favorecimento da sucessão de outras espécies. No mais o látex dessa planta é utilizado como fonte de resina pelas abelhas nativas da Caatinga, (Maia-Silva et al 2012).

3.3 FLORAÇÃO

Os resultados da floração evidenciam que os núcleos não diferiram estatisticamente entre si para as espécies estudadas, exceto o núcleo mandala com a espécie Pinhão bravo que mostrou floração estatisticamente superior as florações registradas nos núcleos transepto e espiral. (Tabela 3).

Em se tratando das médias de floração das espécies por núcleo, tem-se que nos núcleos mandala, transepto e espiral o Pinhão bravo teve floração estatisticamente superior a todas as espécies (Figura 5F). No núcleo transepto a floração das espécies diferiram estatisticamente entre si, de modo que a floração do Facheiro, da Palma de espinho, do Mandacaru com espinho e do Pinhão bravo foram superiores a floração das demais espécies. Enquanto apenas o Pinhão bravo e o Facheiro tiveram florações superiores as outras espécies no núcleo espiral. (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de floração das espécies de Cactaceae e Euphorbiaceae por núcleo aos 240 (DAP).

Espécies /Núcleos	Mandala	Transepto	Espiral
Xique-xique	0,00 aB	0,00 aB	0,00 aB
Facheiro	0,00 aB	0,67 aA	2,33 aA
Palma de espinho	0,00 aB	1,67 aA	0,00 aB
Mandacaru c/esp.	0,00 aB	0,33 aA	0,00 aB
Mandacaru s/esp.	0,00 aB	0,00 aB	0,00 aB
Aveloz	0,00 aB	0,00 aB	0,00 aB
Pinhão bravo	4,33 aA	0,67 bA	0,67 bA
Maniçoba	0,00 aB	0,00 aB	0,00 aB
CV (%) =	282.74		

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É fabuloso que mesmo com uma baixa pluviosidade de apenas 145 mm em oito meses, o Pinhão bravo tenha driblado condições hostis, canalizando esforços para iniciar seu sistema reprodutivo buscando perpetuar sua espécie. Amorim et al (2009) avaliou a fenologia de espécies lenhosas da Caatinga do Seridó-RN e confirmou que o Pinhão bravo teve floração quatro vezes, apontando que as floradas acompanharam o fluxo de novas folhas que surgiram em detrimento das chuvas esporádicas fora do período comum de chuvas.

De acordo com Bulhão e Figueiredo (2002), a fenologia das plantas está relacionada tanto pela precipitação pluviométrica, quanto pela disponibilidade hídrica. Bosco et al (2020) acrescenta uma série de fatores, e argumenta que as variáveis que controlam a fenologia das plantas são: a época de semeadura, o fotoperíodo, a temperatura e o fator genético. Em algumas situações, o conteúdo de água no solo e a disponibilidade de nutrientes também podem influenciar na fenologia.

Neste sentido, não se descarta que houve um baixo índice pluviométrico no período da implantação do experimento, e seis anos de seca, fatores limitantes a fenologia como apontado por Bosco et al (2020). Portanto, em tese, esses fatores implicaram negativamente na fenologia do Pinhão bravo, e também das demais espécies plantadas em cada núcleo.

Um estudo experimental realizado por Queiróz et al (2013), com três variedades de *Jatropha*: Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), Pinhão bravo e Pinhão Roxo (*Jatropha gossypifolia* L.) em período chuvoso na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) em Lagoa Seca, entre os períodos de abril a agosto, revelaram que o início da floração do Pinhão bravo se deu em julho, destacando que a espécie mais precoce foi o Pinhão roxo, onde o início da floração aconteceu em maio, e a floração do Pinhão manso em junho, a pluviosidade durante o experimento foi de 782,50 mm. Percebe-se desta forma que o Pinhão bravo aqui estudado, apresentou tempo de floração mais precoce, florando em março, se aproximando do tempo de floração do Pinhão roxo e se distanciando do mês de floração do Pinhão bravo observado por Queiróz et al (2013). Maia-Silva et al (2012) recomenda o plantio do Pinhão bravo para complementar a quantidade de recursos florais disponíveis às abelhas da Caatinga.

O Xique-xique não expôs flores em nenhum núcleo no período de coleta de dados, e o Mandacaru com espinho apresentou flores apenas no núcleo transepto. Pereira et al (2013), estudou a fenologia do xique-xique plantados em áreas degradadas por agricultura, estrada, mineração e lixão. Os autores contabilizaram aos 720 DAP, na área de agricultura 14 flores, 27 flores na área de mineração, 8 flores em área de estrada e 21 flores na área de lixão. Os autores relacionam a floração dessa espécie com a pluviosidade, ou pequenas garoas da noite do Seridó Paraibano, sugerindo que as espécies utilizaram a água, ajustando seu metabolismo para perpetuar a espécie.

No núcleo transepto e espiral teve ocorrência de floração para o Facheiro, o que indica que nestes núcleos as espécies se estabeleceram melhor, favorecendo o desenvolvimento reprodutivo das plantas dessa espécie. Mesmo sendo resultados exíguos, é incrível a resistência da espécie em desenvolver sua biologia vegetativa e reprodutiva nas condições extremas de seca.

A ocorrência de floração do Mandacaru com espinho foi registrada apenas no núcleo transepto. Um estudo de Lucena et al (2015) sobre o conhecimento tradicional botânico no Semiárido do Brasil revela que 60% dos entrevistados relacionam o florescimento do Mandacaru com sinal de Chuva e 38%, se refere que o indicativo de chuva está relacionado ao florescimento do Xique-xique. Pelo relato dos entrevistados, compreende-se que estas espécies podem florescer antes das chuvas. Mas os resultados mostram que as espécies deste estudo floresceram após as precipitações de janeiro e fevereiro de 2018, corroborando o que reporta Colaço et al (2006), de que as florações das cactáceas ocorrem irregularmente durante o ano.

Independente dos valores estatísticos de floração, o mais importante é que houve a floração de algumas espécies. Dados ecologicamente valiosos e essenciais, tendo em vista que por meio da floração ocorre a atração de animais para os sítios degradados, e a polinização e dispersão de sementes, são atividades inerentes a revegetação (Guerra et al., 2016).

3.4 FRUTIFICAÇÃO

Os dados da frutificação evidenciam que os núcleos mandala, transepto e espiral não diferiam estatisticamente entre si com as espécies Xique-xique, Facheiro (Figura 5G-H), Mandacaru com espinho, Mandacaru sem espinho, Aveloz Maniçoba e Pinhão bravo. Enquanto o núcleo transepto com a Palma de espinho se mostra com frutificação estatisticamente superior aos demais núcleos.

No que diz respeito a frutificação entre espécies dentro de cada núcleo, consta que tanto no núcleo mandala como no espiral a frutificação entre as espécies não diferem estatisticamente entre si. Enquanto no núcleo espiral observa-se que apenas a Palma de espinho teve frutificação estatisticamente superior as demais espécies (Tabela 4). Logo, mesmo havendo frutificação para algumas espécies observa-se que o índice foi consideravelmente baixo.

Tabela 2. Médias de frutificação das espécies de Cactaceae e Euphorbiaceae por núcleo aos 240 (DAP).

Espécies /Núcleos	Mandala	Transepto	Espiral
Xique-xique	0,00 aA	0,00 aB	0,00 aA
Facheiro	0,00 aA	0,33 aAB	1,00 aA
Palma de espinho	0,00 bA	1,67 aA	0,00 bA
Mandacaru c/esp.	0,00 aA	0,00 aB	0,00 aA
Mandacaru s/esp.	0,00 aA	0,00 aB	0,00 aA
Aveloz	0,00 aA	0,00 aB	0,00 aA
Pinhão bravo	0,33 aA	0,67 aAB	0,00 aA
Maniçoba	0,00 aA	0,00 aB	0,00 aA

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A frutificação para o Facheiro ocorreu apenas nos núcleos: transepto e espiral. A palma de espinho apresentou frutificação apenas no núcleo transepto. Enquanto o Xique-xique e o Mandacaru com espinho não apresentaram frutificação. Moreira et al (2015), avaliou a fenologia do plantio de 200 plantas do Mandacaru sem espinho nas condições do Seridó Paraibano em período chuvoso, plantados sob dois tratamentos: T1= cladódios cortados a partir da extremidade da Haste), e tratamento T2= com cortes nas duas extremidades. Os resultados mostraram que no primeiro tratamento verificou-se apenas um fruto por planta e no segundo tratamento foi constatado mais de uma frutificação por planta, até 3 frutos.

Os resultados são exatamente significativos tanto pela quantidade de plantas no experimento de Moreira et al (2015), como pelo período favorável de chuvas. O que é impossível comparar aos resultados aqui reportados. No entanto soma-se o auto potencial produtivo do Mandacaru sem espinho, relatados Moreira et al (2015), o que reforça a replicação dos núcleos com a espécie, de modo que o experimento seja cercado e evite invasão de animais que possa se alimentar do Mandacaru sem espinho. Portal et al (2014), em seu estudo sobre avaliação dos aspectos fenológicos da espécie de Mandacaru com espinho não cita percentuais de frutificação, mas registra que a frutificação da espécie ocorreu somente nos meses de fevereiro, abril, setembro, outubro e dezembro.

Quanto aos dados de frutificação da Palma de espinho, mesmo não havendo registros na literatura sobre a frutificação dessa espécie, vale ressaltar que os frutos da mesma, tem sido utilizado como corante, de sucos e de tapiocas. São receitas inovadoras que vêm sendo desenvolvida na agroindústria do Semiárido Nordeste. Desta forma o plantio da espécie na forma de núcleos além

de ser pertinente pela alta capacidade de sobrevivência, e capacidade de formar um fechamento dos espaços degradados também pode servir de alternativa alimentar.

Apesar da baixa incidência de frutificação, os resultados mostram que a partir de março a espécie inicia sua fenologia reprodutiva. A ausência de estudos que trate da fenologia reprodutiva de espécies de *Opuntia* implica no entendimento do comportamento fenológico da espécie na Caatinga. Mas de uma forma geral, de acordo com Colaço et al (2006), as Cactáceas expõem diferentes padrões de frutificação, ocorrendo de maneira contínua e irregular.

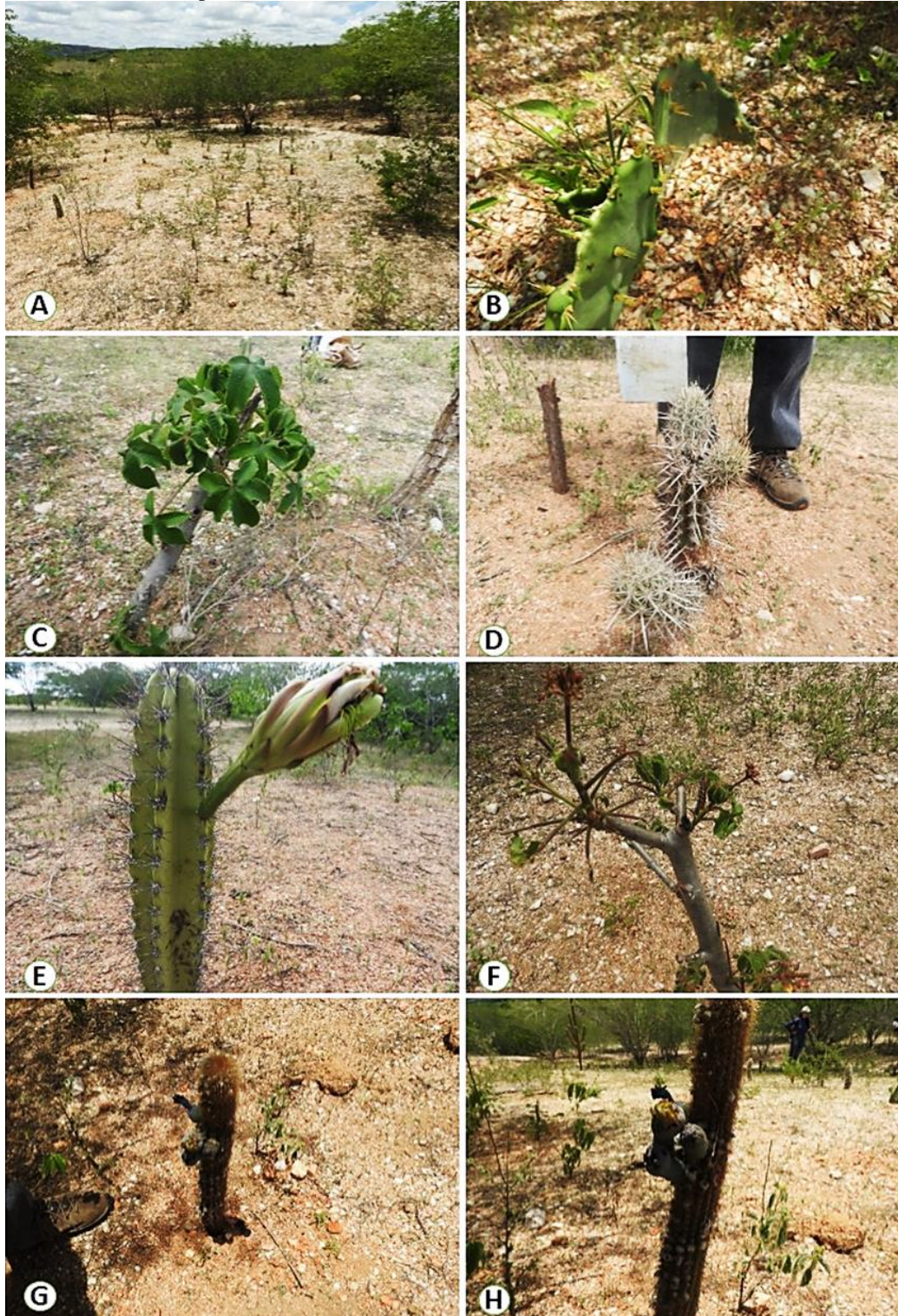
O Xique-xique não teve registros de frutificação, mas o estudo de Pereira et al (2013), registra que o Xique-xique aos 270 de cultivo plantados em áreas degradadas por agricultura, mineração e lixo nas condições do Seridó, podem ser plantados, pois sobrevivem e frutificam bem. Tendo em vista que as plantas produziram um total de 11 frutos em área degradada por agricultura, 7 frutos em área degradada por estrada, 26 frutificações em áreas de mineração e 18 frutificações em área de lixão.

Para o Facheiro, Santos et al (2016), não reporta registro sobre a fenologia da espécie, ao avaliar seu desenvolvimento na região do Seridó, e enfatiza o baixo índice pluviométrico como fator que afeta a fenologia das espécies, mesmo sendo uma xerófila, adaptada ao clima semiárido.

No que diz respeito a frutificação do Pinhão bravo verifica-se que no núcleo transecto a frutificação é superior de modo que difere estatisticamente dos demais núcleos. Neste sentido quando se pensa na produção do Pinhão bravo a conclusão é que o núcleo transecto é mais indicado para a espécie.

A produção de frutos é de suma importância, uma vez que os frutos são estruturas que carregam as sementes e material genético da espécie, além de ser um recurso alimentar para a avifauna, a importância desses animais em áreas degradadas e demais áreas, estão atribuídas a atuarem como dispersores de sementes, evento essencial para a recomposição natural das espécies vegetais no ambiente.

Figura 5. Registro da fenologia das espécies de Cactaceae e Euphorbiaceae plantas em áreas degradadas: A. Área experimental; B-D: Registro da Brotação das espécies: B. Palma de espinho; C. Pinhão bravo; D. Xique-xique; E-F: Floração, E. Mandacaru com espinho; F. Pinhão bravo; G-H. Frutificação do Facheiro.



Fonte: Os autores, 2020.

4 CONCLUSÕES

Mediante aos resultados obtidos conclui-se que as espécies de Cactaceae tiveram melhores resultados de sobrevivência no núcleo espiral, e para Euphorbiaceae onde a única espécie sobrevivente foi o Pinhão bravo o seu sucesso de sobrevivência foi no núcleo mandala. Desta forma os núcleos mais exitosos no quesito sobrevivência das espécies foram o mandala e espiral. Recomenda-se o núcleo espiral para as Cactáceas e mandala para as euforbiáceas, pois o arranjo como estas plantas foram plantadas nestes núcleos de alguma forma favoreceram o seu estabelecimento e desenvolvimento.

Pelo alto percentual de sobrevivência as xerófilas Xique-xique, Facheiro, Palma de Espinho (Cactaceae) e Pinhão Bravo (Euphorbiaceae) podem servir de ferramentas biológicas para recuperação de áreas em processo de desertificação essas espécies responderam extremamente bem, sobrevivendo e desenvolvendo-se, em condições totalmente adversas, o excepcional desenvolvimentos das mesmas perpassaram as expectativas, apontando serem espécies amplamente adaptadas, resistentes e a partir dos resultados aqui relatados, indicadas como ferramentas biológicas para recuperação ambiental de regiões semiáridas. Dispostas em formas de núcleos as mesmas podem colonizar áreas degradadas, interagindo com outras espécies, otimizando o processo de sucessão ecológica das áreas degradadas.

Sobre as espécies Aveloz, Maniçoba e Mandacaru sem espinho, não se descartam a utilidades destas na recuperação de áreas degradadas, apesar de não terem sobrevivido, sugere-se que o experimento possa ser implantado no período chuvoso e seja cercado, para uma melhor avaliação destas espécies como instrumento biológico de recuperação destas terras.

O tempo do experimento foi exíguo para obtenção de dados mais expressivos, tendo em vista que a pluviosidade do ano do experimento e dos anos anteriores foram extremamente baixas e deixaram o solo mais seco e conseqüentemente adverso para um desenvolvimento mais eficaz. No entanto afirma-se que esta metodologia é replicável e que as espécies foram eficientes, responderam positivamente as condições do ambiente onde foram introduzidas, portanto são viáveis na recuperação de áreas em processo de desertificação.

Por fim, fica a reflexão de que conter espaços no Semiárido que se encontram em avançados processos de degradação é uma tarefa desafiadora, e necessita de estudos que identifiquem as espécies próprias para essa tarefa, que também registrem sua fenologia e também outros aspectos, para que o respaldo não seja apenas ecológico, mas também econômico a produtores rurais e habitantes dessa região como forma de convivência com o Semiárido.

REFERÊNCIAS

- ABÍLIO, F.J.P; FLORENTINO, H.S; RUFFO, T. L. M. Educação Ambiental no Bioma Caatinga: formação continuada de professores de escolas públicas de São João do Cariri, Paraíba. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 5, n. 1, p. 171-193, 2010.
- ALVES, J. J. A.; SOUZA, E.N.; NASCIMENTO, S. S. Núcleos de desertificação no Estado da Paraíba. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba/PR, v. 17, 2009.
- AMORIM, I.L.; SAMPAIO, V.S.B.; ARAÚJO, E.L. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.3, p.491-499, 2009.
- ARRUDA, E.; MELO-DE-PINNA, G. F.; ALVES, M. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana, *Revista Brasil. Bot.*, São Paulo-SP, v. 28, n. 3, p. 589-601, 2005.
- BOSCO, L. C.; BECKER, D. B.; STANCK, L. T.; CARDUCCI, C. E.; HARTHMANN, O. E. L. Linking meteorological conditions to linseed productivity and phenology in agroecosystems of Southern Brazil. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 24838-24867, 2020.
- BULHÃO, C. F.; FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. *Revista Brasil. Bot.*, São Paulo-SP, v. 25, n. 3, p. 361-369, 2002.
- COLAÇO, M. A.; FONSECA, R.; LAMBERT, S. M.; COSTA, C. B.; MACHADO, C. G.; BORBA, E. L. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, São Paulo-SP, v.29, n.2, p.239-249, 2006.
- COROMOTO, A.; CAMARGO, R.; SANTOS, E. P.; COSTA, T. R.; SILVA, P. A. produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes substratos e tamanhos de embalagens. *Agropecuária Técnica*, Areia-PB v. 31, n. 2, p 119–125, 2010.
- COSTA, L.M.; SANTOS, J.J.A.; ARAÚJO.J.; MEDEIROS, M.D.S.; PEREIRA, F.C. Avaliação do índice de sobrevivência e brotações em três variedades de palma forrageira nas condições do Seridó Paraibano. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n.3, 2015.
- COSTA, T. C.; OLIVEIRA, M. A.; ACCIOLY, L. J. D. O.; SILVA, F. H. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB- v.13, (Suplemento), p.961-974, 2009.
- GUERRA, B.R.; ANDRADE, D.S.; MOURA, M.O.; ROCHA, C.C.R. A importância da interação animal-plantas na recuperação de áreas degradadas. In: *Anais do XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas*, p. 8, 2016.
- LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; RIBEIRO, J. E. S.; QUIRINO, Z. G.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. *Gaia Scientia*, João Pessoa –PB, v. 9, n. 2, 2015.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C. D., HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. D.; IMPERATRIZ-FONSECA. Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga /- 1. ed. -- Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.

MOREIRA, A. A. D.; SANTOS, S. J. A.; ARAÚJO, M.J.S.; DANTAS, F. A.; MELO, D. A. Propagação do Mandacaru (*Cereus jamacuru*) variedade sem espinho sob uso de técnicas agroecológicas no Seridó Paraibano. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3 de 2015.

PAE-PB - Programa de Ação Estadual de Combate à desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado da Paraíba. João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, MMA/MCTI/SUDEMA, p. 144, 2011.

PEREIRA, F. C.; LIMA, V. L. A.; MOREIRA, A. A. D.; SILVA ROCHA, C.; OLIVEIRA LIMA, A. K. V. Fenologia do Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*, A. Weber ex K. Schum.) cultivados em áreas degradadas no Seridó Paraibano. ABEAS- Revista Educação Agrícola Superior, Campina Grande/PB, v.28, n.2, p.85-91, 2013.

PEREIRA, F. C.; PEREIRA, D. D.; LIMA, V. L. A.; SANTOS, G. M.; FERREIRA, J. R. D. S. Projeções de produtividade (kg/ha) de massa verde em uma lavoura de Xique-Xique no quarto ano de plantio. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n.3, p. 5, 2015.

PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. D. M. B.; MEDEIROS, S. S. D.; TINÔCO, L. B. D. M.; SALCEDO, I. H. PEREZ-MARIN, Aldrin Martin et al. Núcleos de desertificação do semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? Parcerias Estratégicas, Brasília-DF, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.

QUEIROZ, M. F.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; ARRIEL, N. H.; MARINHO, F. J.; LEITE, S. F. Crescimento e fenologia de espécies de *Jatropha* durante a estação chuvosa, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.17, n.4, p.405-411, 2013.

SANTOS, F.A.; AQUINO, C.M.S. panorama da desertificação no Nordeste do Brasil: características e suscetibilidades. *InterEspaço*: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, Grajaú/MA v. 2, n. 7, p. 144-161, 2016.

SANTOS, I.S.; SANTOS, L.S.; SILVA, M.R.S.; SANTOS, N.A.; PEREIRA, F.C. Armazenamento de água in situ através de plantas xerófilas cultivadas no Seridó Paraibano. ABEAS- Revista Educação Agrícola Superior, Campina Grande/PB v.31, n.1, p.8-11, 2016.

SOUZA, B. I; ARTIGAS, R. C; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. Mercator, Fortaleza, CE, v. 14, n. 1, p.131-150, 2015.