



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**



**ESPÉCIES XERÓFILAS: COMPORTAMENTO E FENOLOGIA EM  
ÁREAS DEGRADADAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**FREDERICO CAMPOS PEREIRA**

**ORIENTADOR (A): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Antunes de Lima**

**CAMPINA GRANDE - PB  
NOVEMBRO- 2013**

# **ESPÉCIES XERÓFILAS: COMPORTAMENTO E FENOLOGIA EM ÁREAS DEGRADADAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**FREDERICO CAMPOS PEREIRA**

Tese submetida à Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências  
do Programa de Pós-Graduação em Recursos  
Naturais com fins de obtenção do Título de  
Doutor (a) em Recursos Naturais.

**CAMPINA GRANDE  
NOVEMBRO- 2013**

P436e

Pereira, Frederico Campos.

Espécies xerófilas : comportamento e fenologia em áreas degradadas do Semiárido Brasileiro / Frederico Campos Pereira. - Campina Grande, 2020.

99 f. : il. Color.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2020.

"Orientação: Profa. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima.

Referências.

1. Áreas Degradadas. 2. Fenofases. 3. Recuperação Biológica. I. Lima, Vera Lúcia Antunes de. II. Título.

CDU 581.526.5(043)



FREDERICO CAMPOS PEREIRA

ESPÉCIES XERÓFILAS: COMPORTAMENTO E FENOLOGIA EM ÁREAS  
DEGRADADAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Vera Antunes Lima, D.Sc.  
- Orientadora -  
UAEA/CTRN/UFEG

Prof. José Dantas Neto, D.Sc.  
UAEA/CTRN/UFEG

Prof. José Geraldo de Vasconcelos Baracuh, D.Sc. UAEA/CTRN/UFEG

Prof. Daniel Duarte Pereira, DSc.  
(UFPB/CCA)

Luciano Facelli Medeiros de Macedo, DSc. (IFPB- Campus Picui)

Tese APROVADA em 20 de novembro de 2013.

Dedicatória através de um “**poemeu catingueiro**”

“Dedigar é dedicar-se

O que eu faço te ofereço

Em segredo ou estampado em um estandarte

Numa missa de cinzas queimando os pecados para começar o ano

Numa fogueira junina

Não importa

O trabalho é um endereço que não tem referências

Tem práxis

Tem espinhos

Eu ví

Sentí...

Arriscar é arriscar-se

A arte aconteceu em uma obra

Reluzente

Como um pôr de sol no sertão

Silenciosa

Como uma onomatopeia catingueira - Xique-xique”

*Para Júlio, Maria e Wallace que estão ao meu lado ...*

*Dedico.*

*“Tente mover o mundo - o primeiro passo será mover a si mesmo.”*

## **Agradecimentos**

O principal agradecimento dedico ao Criador, pela minha vida e pela paz e discernimento nos momentos em que me faltaram forças e inspiração para prosseguir.

Ao meus filhos Júlio, Maria Alice e Wallace, a minha esposa Anny Kelly e as minhas enteadas Malu e Bia, que foram as reservas estratégicas da perseverança e do apoio quando eu mais precisei.

Aos meus pais, Verônica Bezerra Campos e a João Batista Pereira da Silva que estaria feliz vendo mais um importante degrau de minha vida ser galgado.

Aos meus irmãos André Gustavo e Raquel, que mesmo à distância, acompanham minha luta.

Aos demais familiares e amigos que sempre me incentivaram e sei que torcem pela minha vitória.

Á minha orientadora Vera Antunes Lima, que foi de fato um farol nos momentos mais escuros dessa travessia, demonstrando ser uma timoneira eficiente na condução de orientandos rumo ao porto seguro do saber.

A todos os amigos, Professores e colegas do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da UFCG, indistintamente para não esquecer ninguém.

Aos meus alunos, em especial aos bolsistas e voluntários que em algum momento se interessaram pela temática caatingueira, não temeram os espinhos, porque entenderam que as oportunidades existem para quem acredita e persevera. Destacando os pioneiros: Carisa, Ilka, Adely, Aldenice, Ricardo e Raniéri.

Aos que eu aperreei de maneira positiva: Cláudio Uyeda, Paulo Megna, Luciano Odon, Daniela Batista, Thyago Silveira e Anny Kelly, meu muito obrigado!

Aos amantes da Caatinga, principalmente os que têm o dom de contagiar e de “enxergar por entre as cercas de faxina”, como é o caso de Daniel Duarte, José V. Baracuhy e Beranger Araújo.

Por fim é fundamental dizer que o fruto desse trabalho pertence aos que de fato possam utilizá-lo para a melhoria da sua qualidade de vida, que é o homem do campo – aquele que sabiamente resiste aqui no semiárido porque conhece as potencialidades da nossa caatinga.

A todos fica o meu “muito obrigado” e a certeza de que vocês foram de fato importantes nessa trajetória.

## SUMÁRIO

### RESUMO

### ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
Semiárido Brasileiro (SAB), Degradação e Núcleos de desertificação .....	7
Degradação no Seridó Paraibano .....	9
Fenologia de espécies xerófilas .....	12
Xerófitas utilizadas .....	13
Macambira .....	13
Importância ecológica .....	15
Importância na alimentação humana e arraçamento de animais .....	15
Facheiro .....	17
Importância ecológica .....	18
Importância na alimentação animal e humana .....	19
Xique-xique .....	20
Importância ecológica .....	22
Importância na alimentação animal e humana .....	24
Palma Forrageira.....	25
Importância ecológica .....	26
Importância na alimentação animal e humana .....	28
3. MÉTODOLOGIA.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
Avaliação dos parâmetros de solo .....	44
Pluviograma do período estudado (2011/2013).....	49
Índice de sobrevivência das espécies.....	51
Desenvolvimento fenológico das espécies em áreas degradadas até os 720 DAP (Dias Após o Plantio).....	54
Folhas da macambira .....	55
Parte central da macambira.....	56
Acompanhamento Fenológico de Floração e Frutificação do Xique- xique.....	57
Acompanhamento Fenológico de Floração e Frutificação do Facheiro	63
Brotações das espécies estudadas até os 720 DAP .....	69

Análises das Raízes: Peso Verde e Seco.....	72
Peso de matéria verde e seca da palma forrageira aos 360 e 720 DAP.....	76
Área de Artículos da Palma forrageira .....	77
Taxa de Crescimento Absoluto – TCA.....	79
Taxa de Crescimento Relativo - TCR.....	80
Área da Planta (IAP) aos 720 DAP .....	81
Razão de Área dos Artículos RAA (dm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ).....	82
5. CONCLUSÃO .....	85
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

PEREIRA, Frederico Campos, Espécies xerófilas: comportamento e fenologia em áreas degradadas do semiárido brasileiro. 2013, 121 pg. II. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba.

## RESUMO

Este trabalho estudou o comportamento e a fenologia de espécies xerófilas plantadas em áreas degradadas durante 720 DAP (Dias Após o Plantio). Houve a observação do índice de sobrevivência das espécies e o acompanhamento de seu desenvolvimento fisiológico, nos parâmetros de produção de biomassa verde e seca, avaliação de níveis de enraizamento, brotações, florações, frutificações. As quatro espécies vegetais estudadas foram: a Macambira *Bromelia laciniosa* Mart ex Schult, o Facheiro *Cereus pachycladus* Ritter; o Xique-xique *Pilosocereus gounellei* A. Weber Ex K. Schum e a Palma forrageira *Opuntia ficus-indica* L. Mill, plantadas em quatro áreas degradadas. Utilizaram-se dois métodos nesse estudo: os diretos e os indiretos. Os diretos são os que avaliam a fenologia através da observação direta dos indivíduos utilizando-se algum tipo de escala de mensuração, aplicando-se uma escala nominal, que consiste na presença ou ausência da fenofase no período do estudo. Nos métodos indiretos plantas amostrais foram destruídas para se quantificar etapas das fenofases, onde se avaliou o peso verde e o peso seco das estruturas como: brotações, floração e frutificação, folhas e raízes, realizando os experimentos em blocos casualizados com 4 repetições cujos tratamentos foram montados com as 4 espécies em 4 áreas degradadas, submetidos ao teste de Tukey a 5 %. Para a palma forrageira ainda observou-se as taxas de crescimento absoluto, relativa, áreas dos artigos, área da planta, razão da área dos artigos e taxa assimilatória líquida. Houve ainda análise dos solos no início e no final do experimento para avaliar e comparar alguns parâmetros ligados a fertilidade, destacando-se o aumento da matéria orgânica de um ano para o outro em todas as áreas estudadas. As espécies conseguiram altos índices de sobrevivência, como o xique-xique (100%) nas áreas de agricultura. As plantas estudadas atingiram índices de formação de biomassa, sendo o destaque para a palma forrageira que atingiu 2.66,25 g/planta de matéria verde e 398,33 g/planta de peso seco aos 720 DAP na área de jazida de estrada. Os melhores índices de floração e frutificação do xique-xique ocorreram na área de mineração, chegando a 45 % e 43,3 % respectivamente aos 720 DAP. Os índices mais expressivos de enraizamento entre todas as culturas estudadas foi o da macambira na área de agricultura onde se chegou a 65,50 g/planta de peso verde e 30,08 g/planta de peso seco aos 720 DAP. Em áreas degradadas as espécies estudadas demonstraram ter potencial para tornar-se uma ferramenta efetiva em projetos de recuperação biológica.

**Palavras-chave:** áreas degradadas, fenofases, recuperação biológica.

## ABSTRACT

This work studied the behavior and phenology of xerófilas species planted in degraded areas during 720 DAP (days after planting) . There was observing the survival rate of the species and monitoring their physiological development is in production parameters of green and dry biomass, evaluating levels of rooting shoots, flowering, fruiting. The four species studied were: Macambira *Bromelia laciniosa* Mart ex Schult, the Facheiro *Cereus pachycladus* Ritter , the Xique-xique *Pilosocereus gounellei* A. Weber Ex K. Schum and Palma cactus *Opuntia ficus-indica* L. Mill planted in four degraded areas. Used two methods in this study: direct and indirect . Direct are those that evaluate the phenology through direct observation of individuals using some type of measurement scale, applying a nominal scale, which consists of the presence or absence of phenology over the study period. In indirect methods sample plants were destroyed to quantify stages of abscission, which evaluated the fresh weight and dry weight of structures such shoots, flowering and fruiting, leaves and roots, performing experiments in randomized blocks with 4 replications whose treatments were mounted with 4 species in degraded areas 4, submitted to the Tukey test at 5 %. To spineless cactus still observed rates of absolute, relative growth areas of cladodios, plant area, the area ratio and net assimilation rate cladodios. There was also analysis of soil at the beginning and end of the experiment to evaluate and compare some parameters related to fertility, highlighting the increase in organic matter from one year to another in all areas studied. The species managed high survival rate, as xique-xique (100 %) in agriculture. These plants reached indexes formation of biomass, with the emphasis on spineless cactus that hit 2.66,25 g/green plant matter and 398.33 g/plant dry weight at 720 DAP in the area of reservoir road. The highest rates of flowering and fruiting xique-xique occurred in the mining area, reaching 45 % and 43.3 % respectively at 720 DAP. The most significant percentage of root of all cultures studied was the macambira in agriculture where it reached 65.50 g/plant fresh weight and 30.08 g/plant dry weight at 720 DAP. In degraded areas studied species demonstrated good potential to become an effective tool in the design of biological recovery.

**Keywords:** degraded areas , phenophases , biological recovery.



## **1. INTRODUÇÃO**

Observa-se no entorno da área de estudo que há um elevado índice de comprometimento dos recursos naturais em decorrência de práticas não conservacionistas de manejo de solo, água e da cobertura vegetal, que é extraída para alavancar as atividades econômicas da região. Essas áreas já dão claros sinais de degradação à medida que as avançam sobre elas as atividades antrópicas diminuem os índices de cobertura vegetal e as intempéries aumentam os processos erosivos evidenciando o surgimento de sulcos e voçorocas.

Junto com outros 192 países, o Brasil é signatário da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas - UNCCD (sigla em Inglês). Esse compromisso estabelece padrões de trabalho e metas internacionais convergentes em ações coordenadas na busca de soluções qualitativas que atendam às demandas socioambientais nos espaços áridos, semiáridos e subúmidos secos, particularmente onde residem as populações mais pobres do planeta. A desertificação é definida como um processo de degradação ambiental causada pelo manejo inadequado dos recursos naturais nos espaços áridos, semiáridos e subúmidos secos, que compromete os sistemas produtivos das áreas susceptíveis, os serviços ambientais e a conservação da biodiversidade. No Brasil são 1.480 municípios susceptíveis a esse processo que pode ser causado pelo homem ou pela própria natureza e agravados pelas questões climáticas atingindo, particularmente, os Estados do Nordeste. (MMA, 2013).

A utilização dos recursos da caatinga ainda se fundamenta em princípios puramente extrativistas, sem a perspectiva de um manejo sustentável, observando-se perdas irrecuperáveis na diversidade florística e faunística, como consequência da simplificação da rede alimentar, redução da resiliência e da estabilidade do ambiente diante dos fatores do meio (DRUMOND et al., 2000).

A eliminação sistemática da cobertura vegetal e o uso indevido da terra têm acarretado graves problemas ambientais ao semiárido nordestino, entre os quais se destacam: a redução da biodiversidade, a degradação dos solos, o comprometimento dos sistemas produtivos e a desertificação de extensas áreas na maioria dos estados que compõem a região (PEREIRA et al., 2001). Há um desafio em se trabalhar com a recuperação da degradação em áreas do Bioma Caatinga e acompanhar o

desenvolvimento fenológico de espécies xerófilas e estabelecer um modelo que se enquadre no semiárido, no polígono das secas e em uma área reconhecidamente inserida em um núcleo de desertificação; a saber: o Seridó da Paraíba.

Tentar reverter esses processos, ou no mínimo estanca-los é uma tarefa um tanto difícil, e que só pode ser levada em conta trabalhando-se com espécies que se adaptem às características edafoclimáticas do Bioma Caatinga. Apesar da evolução de alguns estudos e da percepção da população que há sim, de fato, um aumento da degradação, e necessitam-se de cada vez mais indicadores confiáveis para que se consolide também o aumento da desertificação enquanto um processo ambiental, pois segundo Carvalho (2001) *“Procuram-se, há bastante tempo, indicadores ambientais que permitam identificar, caracterizar e quantificar, a destruição provocada pela atividade antrópica descontrolada. Muitos indicadores e índices de desertificação foram propostos e utilizados em diversos estudos, mas ainda não se chegou a um sistema que seja aplicável a todas as necessidades. Em geral, eles são vistos, sob ponto de vista limitado, em termos de representação espacial e temporal”*. Por isso mais uma vez a necessidade de um modelo que possa ser replicável em todo o Semiárido brasileiro.

Mudanças climáticas e fenologia de plantas são assuntos extremamente atuais, quando nota-se o aumento das irregularidades climáticas nas suas mais variadas formas a partir de medições recentes em dados meteorológicos locais. Sabendo-se que é cedo para proferir afirmações precipitadas acerca desta temática, mas vivenciando-se localmente os extremos dessas variações a partir dos estudos realizados com espécies xerófilas deste bioma em questão é que se nota a importância desse assunto.

Muitos processos fenológicos, como a queda de folhas e a floração, estão claramente relacionados ao clima. É natural que haja a associação das mudanças nas plantas com o que ocorre ao seu redor no meio ambiente e no bioma ao qual ela está inserida, por isso não se pode dispensar o entorno onde encontra-se a espécie e suas relações com os fatores bióticos e abióticos do seu nicho ecológico. Para as plantas estudadas em questão trabalhou-se com a ecofenologia, relacionando-as a um contexto ambiental e geográfico.

Plantas de ciclo curto, ou plantas anuais, principalmente as cultivares ditas “comerciais”, (para conotar as espécies mais utilizadas na alimentação humana, as mais estudadas e empregadas na indústria alimentícia), já possuem um vasto histórico de estudos fenológicos e de melhoramento genético. Porém plantas perenes e plantas que

geograficamente estão inseridas em biomas que possuem certa irregularidade climática como a Caatinga, necessitam de observações fenológicas em longo prazo. Os estudos de fenologia da grande maioria das espécies do Bioma Caatinga estão correlacionados com os eventos climáticos, principalmente relacionados com a variabilidade pluviométrica das múltiplas facetas morfo-fisio-geográfica desta Caatinga.

O acompanhamento fenológico pode tornar-se uma ferramenta para programas de monitoramento de mudanças climáticas. Porém mais do que isso, o seu valor como indicador aumenta ainda mais porque mudanças em processos fenológicos de plantas têm amplas consequências para biodiversidade. E em se tratando do semiárido brasileiro (que por si só já é conhecido pela irregularidade pluviométrica, sem falar em secas históricas) essas interações bióticas afetam diretamente a vida do homem do campo e sua dependência do meio para sobreviver e produzir, seja na agricultura, pecuária, extrativismo, etc.

Poucos trabalhos sobre fenologia realizados na região Semiárida do Nordeste do Brasil procuram relacionar outros fatores que não sejam a precipitação sazonal (PEREIRA et al. 1989; MACHADO et al. 1997), mas raramente avaliam outros fatores como umidade do solo, fotoperíodo, e plantas que sejam repostas em ambientes antropizados, ou seja, se já é difícil estudar as espécies em seus ambientes naturais, trabalhar ou estudar uma recomposição florística de caatinga e avaliar a condição fenológica das espécies ali repostas é duplamente difícil.

Chuva e disponibilidade hídrica para a planta realizar seu metabolismo são elementos que interferem de forma diferente na ecofisiologia das espécies xerófilas. Uma coisa é a precipitação em si disponibilizar a água na zona de absorção radicular, e outra é a planta, através de seus mecanismos morfofisiológicos reterem a água em seu interior e utilizá-la de forma diferenciada como as chamadas plantas CAM (ou MAC) Metabolismo Ácido das Crassuláceas.

A fenologia dos vegetais estuda as mudanças exteriores (morfologia) e as transformações que estão relacionadas ao ciclo da cultura ou da planta em estudo. Representa, portanto, o estudo de como a planta se desenvolve ao longo de suas diferentes fases que vai desde a germinação, emergência, crescimento e desenvolvimento vegetativo, florescimento, frutificação, formação das sementes e maturação. O desenvolvimento da planta como um todo é um processo complexo que envolve fatores externos e internos.

Essas mudanças na morfofisiologia das plantas tendem a relacionar-se diretamente com a época de ocorrência de fenômenos naturais climáticos repetitivos. Estudar essas mudanças em plantas xerófilas plantadas em áreas degradadas é o alvo principal deste estudo, que analisa e quantifica essas mudanças ao longo de 720 Dias Após o Plantio.

**Hipótese** – O uso de espécies xerófilas contribui para recuperar áreas degradadas.

### **Objetivo Geral**

Este trabalho objetivou desenvolver e avaliar um modelo agroecológico de recuperação de áreas degradadas através da observação do índice de sobrevivência e o desenvolvimento fenológico de quatro espécies vegetais, nos parâmetros de biomassa verde e seca, avaliação dos níveis de enraizamento, brotações, florações e frutificações, dessas espécies, plantadas em quatro áreas degradadas no entorno do município de Picuí – PB.

### **Objetivos Específicos**

- Detectar os impactos do modelo de recuperação proposto nas propriedades do solo.
- Identificar o índice de sobrevivência das espécies plantadas nas áreas antropizadas.
- Avaliar o desenvolvimento fenológico das espécies cultivadas.
- Determinar os componentes de produção das espécies quando plantadas em áreas degradadas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **Semiárido Brasileiro (SAB), Degradação e Núcleos de desertificação**

As terras secas, com diversos graus de aridez, correspondem cerca de 55% da área continental do planeta. O Semiárido Brasileiro estende-se por aproximadamente 1 milhão de km<sup>2</sup>, cobrindo 11% do território nacional e contendo 1.135 municípios (MEDEIROS et al, 2012), abrangendo integralmente o Estado do Ceará (100%), mais da metade da Bahia (54%), 92,0 % da Paraíba, 83,0 % de Pernambuco, 63,0 % do Piauí, 95,0 % do Rio Grande do Norte, quase metade de Alagoas (48%) e Sergipe (49%), além de pequenas porções de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%) e parte do Espírito Santo (SOUZA FILHO, 2011; BEZERRA, 2002).

A delimitação do Semiárido encontra outras definições. De acordo com o Ministério da Integração Nacional (2005), que o definiu a partir de três critérios técnicos: precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico, que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; risco de seca maior que 60% tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (Figura 1).



Figura 1: Mapa do Semiárido Brasileiro.  
Fonte IBGE 2007

No Brasil as Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD's) abrangem o trópico semiárido, subúmido seco e áreas de entorno, ocupando cerca de 1.340.000 Km<sup>2</sup> e atingindo diretamente 30 milhões de pessoas. Processo resultante de causas naturais e também da ação do homem traz consigo conseqüências dramáticas com custos sociais econômicos e ambientais (SANTANA, 2007).

O conceito de desertificação é definido no Artigo 1º da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (assinada pelo Brasil) como segue: "Por

desertificação entende-se a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas". O Ministério do Meio Ambiente – MMA, segundo Brasil, (2005) é o órgão que centraliza as ações de combate à desertificação e considera que a desertificação se manifesta de duas formas: difusa, surgindo no território áreas com diferentes níveis de degradação e áreas de maior intensificação do fenômeno, designadas de “núcleos de desertificação”. Neste contexto foram considerados pelo MMA quatro “núcleos”: Gilbués, Irauçuba, Seridó e Cabrobó.

Quanto à questão da desertificação, faz-se mister associar de imediato as ações antrópicas de degradação local em primeiro plano, ou seja, as atividades econômicas locais necessitam de avaliações quanto a sua sustentabilidade ambiental, por se entender que, apesar de sua gravidade para as dimensões sociais e naturais do País, é decorrência de uma visão fundamentada no conceito de que os recursos ambientais, aí entendidos o ar, a água, o solo, as coberturas vegetais nativas são infindáveis. É fundamental se ter uma visão holística dos fatores causais de desertificação, particularmente relacionados às mudanças climáticas globais, assim como de medidas estruturantes em nível local, no município e seu entorno.

### **Degradação no Seridó Paraibano**

Na Paraíba, devido ao clima predominantemente seco (semiárido e subúmido seco), mais de 90% do seu território apresenta áreas susceptíveis à desertificação (Sertão, Borborema e Agreste), além de possuir o maior percentual de áreas com nível de degradação da terra muito grave (29%), segundo o Programa de Ação Nacional de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil (BRASIL, 2004).

Traduzidos em números absolutos significa dizer que, do ponto de vista climático, dos duzentos e vinte e três municípios paraibanos, duzentos e oito podem ser ou estão afetados pelo processo da desertificação. Associado a este aspecto natural, as formas de uso do solo que vem se processando secularmente nas terras paraibanas, fazem com que a desertificação seja uma característica que está presente em diversas paisagens do Estado, o que ameaça a qualidade de vida de milhares de pessoas que habitam essas terras. Por esses motivos, a elaboração de estudos a nível local e regional é de grande

importância para um melhor entendimento a cerca desse fenômeno. (TRAVASSOS, 2011).

Na região do Seridó a área afetada é de aproximadamente 2.341 km<sup>2</sup> e a pressão antrópica, que contribuiu para este processo, foi relativa às queimadas, ao cultivo do algodão, pastoreio e ao desmatamento, principais responsáveis pela perda da diversidade florística (LUETZELBURG, 1923; ANDRADE-LIMA, 1960).

Duque (2004), já comentava sobre a climatologia da região em estudo quando dizia que: “As chuvas do Seridó norte-rio-grandense e paraibano ocorrem de janeiro a maio, com variações de 127 mm a 916 mm anuais no período de 1930 a 1955, na média de 497 mm/ano em Cruzeta”. O mapa das isoietas de 22 anos apresenta esse Seridó envolvido pelas chuvas de 400 e 600 mm. Não há orvalho. A insolação média é de 2.988 horas de luz solar, por ano. A temperatura média das máximas é de 33,9 ° C e a das mínimas de 22,9° C. O índice de aridez, na forma que o autor adotou foi de 3,3.

Seridó é uma região interestadual localizada no sertão nordestino do Brasil. Oriunda da antiga região da "Ribeira do Seridó". Abrange vários municípios do Rio Grande do Norte e da Paraíba, onde é oficialmente dividida pelo IBGE em Seridó Ocidental Potiguar e Seridó Oriental Potiguar, Seridó Ocidental Paraibano e Seridó Oriental Paraibano (DUQUE, 2004). No entanto, outros municípios costumam se identificar como "Seridó" ou seridoense o que agrega um total de 54 municípios, sendo 28 potiguares e 26 paraibanos, o que levou a uma subclassificação realizada pelo Ministério da Integração Nacional (2013). Mesmo sendo uma das regiões mais áridas do nordeste, o Seridó, principalmente o potiguar, apresenta uma das melhores qualidades de vida do interior brasileiro e a melhor do interior nordestino.

O conceito de degradação tem sido geralmente associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos e que decorrem principalmente de atividades ou intervenções humanas. Raramente o termo se aplica às alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais. O conceito tem variado segundo a atividade em que esses efeitos são gerados, bem como em função do campo do conhecimento humano em que são identificados e avaliados.

O caso do Seridó, onde a atividade agrícola e mineradora são, de fato, uma das mais depredatórias do ambiente local, tem-se o solo como foco dessa degradação e de acordo com o uso atribuído ao solo, a definição de degradação pode então variar.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da sua NBR 10703/1989, afirma que a degradação do solo é apontada como sendo a “alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais”. O conceito contempla o entendimento do solo enquanto espaço geográfico, ou seja, extrapola o sentido de matéria ou componente predominante abiótico do ambiente. Além disso, ao citar a expressão “alteração adversa”, sugere a aproximação com o conceito de efeito ou impacto ambiental considerado negativo. Todavia, em outra norma, a NBR 13030 (específica para mineração), define-se áreas degradadas como “áreas com diversos graus de alterações dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração”, mantendo a noção de alteração, porém sem vinculação com o uso do solo.

Já Bugin (1990) no Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração do IBAMA, define que “a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento socioeconômico”. As abordagens acerca de degradação podem ser pontuais ou sistêmicas.

Nas áreas das ciências biológicas e no campo geomorfológico e de paisagismo, são considerados os conceitos de perturbação ou distúrbio. No caso da área biológica, esses conceitos estão mais ligados aos aspectos relacionados à evolução de ecossistemas, onde essas alterações são resultantes de atividades humanas e que não podem ser corrigidas rapidamente. Também se enquadra neste estudo por tratar-se de recuperação biológica em um Bioma onde as médias pluviométricas anuais são baixas e que a regeneração depende do poder de resiliência da Caatinga (BUGIN, 1990).

No município de Picuí, localizado no Seridó Oriental Paraibano, o processo de exploração por garimpagem tem sido uma atividade desenvolvida por décadas, rudimentarmente como uma atividade informal, sem a utilização de técnicas adequadas que levem em consideração o manejo correto de produtos químicos, e a preservação e recuperação das áreas utilizadas.

Soma-se ao uso indevido das terras, a exploração crescente da vegetação pela indústria ceramista, que evoluiu também ao longo das últimas duas décadas. Esse tipo de indústria se utiliza da extração ilegal de madeira da caatinga, e a retirada de argila do

fundo dos açudes, para favorecer a criação de empregos informais e ilegais, que contribuiu significativamente para o aumento da degradação local. Tal evento tem causado problemas para a população do município que vem sofrendo paulatinamente com o aumento das áreas susceptíveis a desertificação. Uma vez detectado esse problema e certificado do estágio atual que se encontram tais áreas, há a necessidade de mitigar os impactos e recuperar áreas já degradadas nos garimpos localizados em Picuí, pois os únicos remanescentes florestais mais representativos da caatinga são as cactáceas.

### **Fenologia de espécies xerófilas**

Segundo Lieth (1974), fenologia é o estudo da ocorrência dos eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas. Portanto, a fenologia fornece informações que podem auxiliar na compreensão da dinâmica de um ecossistema.

Lima (2007), afirma que são diversos e complexos os fatores que controlam o comportamento fenológico das espécies vegetais. Normalmente, a brotação ocorre após as primeiras chuvas esporádicas, a floração e a frutificação ocorrem durante o período chuvoso, ou seja, o clima ou mais precisamente as precipitações agem podendo assim determinar os padrões fenológicos das espécies. O processo compreende o crescimento e a diferenciação.

O crescimento reflete um aumento em tamanho e peso (massa), sendo, por isto, um processo quantitativo. A diferenciação é um processo qualitativo que pode ser observado, mas não medido, constituído por modificações internas e externas na forma e posição relativa de várias partes da planta durante seu ciclo de vida (PEIXOTO et al, 2011).

Muitas características morfológicas da planta podem ajudar a entender a questão de como a água é usada ou armazenada pela planta e, conseqüentemente, esclarecer certos padrões fenológicos encontrados em regiões tropicais (HOLBROOK et al. 1995).

Estudar plantas xerófilas é um grande desafio no que tange ao longo tempo de observação e as demoradas fases de transformação e desenvolvimento, dependendo da espécie trabalhada, e ainda do conhecimento de seus mecanismos ecofisiológicos, onde não se pode estudá-las sem a devida interação com o seu entorno e as demais espécies envolvidas.

## XERÓFITAS UTILIZADAS

### Macambira

A família Bromeliaceae compreende aproximadamente 56 gêneros e 2.885 espécies (LUTHER, 2000), sendo provavelmente a maior família botânica exclusiva do Novo Mundo (LEME & MARIGO, 1993). Segundo Cronquist (1981), Bromeliaceae é a única família da ordem Bromeliales, subclasse Zingiberidae, classe Liliopsida. De acordo com o sistema APG, Angiosperm Phylogeny Group (BREMER et al., 1998), as bromélias pertencem ao grupo das Comelinóides. Chase et al. (2000) posicionam a família na ordem Poales.

Bromeliáceas podem ser encontradas em praticamente todos os ecossistemas neotropicais, desde o nível do mar, em praias, mangues e restingas, até altitudes de 5.000 m, nos Andes, podendo ser terrestres, epífitas ou rupícolas (LEME & MARIGO, 1993; MEDINA, 1990). Suas adaptações, algumas das quais únicas no reino vegetal, permitiram tão variada colonização de ambientes. Com ampla distribuição no continente americano, ocorrem desde a região sul dos EUA (latitude 37° N) até a região central da Argentina e Chile (latitude 44°S) (SMITH & DOWNS, 1974).

A macambira *Bromelia laciniosa*, que é uma planta da família das bromeliáceas, do gênero *Bromelia*. Está presente nas áreas secas do Nordeste, desde a Bahia até o Piauí. Têm raízes finas, caule de forma cilíndrica e folhas (constituídas de duas partes distintas: base dilatada e limbo) distribuídas em torno do caule. O tamanho da planta é variado e o seu fruto é uma baga de três a cinco centímetros de comprimento e diâmetro variando de 10 a 20 milímetros. Quando maduras, as bagas são amarelas, lembrando um cacho de pequenas bananas. (BESSA, 1982).

Entre as características que definem a família, torna-se importante ressaltar algumas peculiaridades existentes em cerca de 50% das espécies de bromélias, como a disposição das folhas no eixo caulinar, apresentando uma sobreposição parcial entre elas e formando os denominados “tanques” ou “cisternas” revestidos por tricomas peltados na forma de escamas absorventes, que variam em forma e proporção, onde se acumula a água da chuva ou de irrigação (fitotelma) e detritos, indispensável aos processos de nutrição da maioria das bromélias (BENZING & BURT 1970).

Bessa (1982) afirma que a macambira desenvolve-se, de preferência nas caatingas alta ou baixa. Ela cresce debaixo de outras árvores ou nas clareiras deixadas por estas, cresce indiferente e agressiva entremeadada de arbustos, ervas e cipós, formando pequenos

partidos ou grandes gerais. A reprodução normal desta bromélia é agâmica; cada planta emite dois ou três estolhos que saem das axilas das primeiras folhas, acima do nível do solo. Estes estolhos se alimentam com as reservas do caule, ao qual ainda está preso, é um tecido meristemático de cor branco-cera. É na verdade uma gema onde se distinguem muitas camadas concêntricas em torno de um núcleo central, que vão se diferenciando e se transformando em escama, esse broto terminal continua crescendo até que encontra terra firme, onde emite raízes, fixa-se e brotam as primeiras folhas, já armadas de pequenos acúleos recurvados para o ápice ou para a base das folhas, em formato de unha-de-gato. A macambira também se reproduz por sementes.

O estolho rizomático nasce do caule reduzido na base de duas folhas. No princípio é uma folha rudimentar, semelhante a da capa, constituída do tecido meristemático, de cor branco-cera - é uma gema. Cortada transversalmente, nela se distinguem muitas camadas concêntricas em torno de um núcleo central. Pouco a pouco vai se diferenciando e aquelas camadas concêntricas se transformam em escamas, cordiformes, verdes-cinzas, espinescentes e invaginantes e aquele núcleo em eixo central constituído de fibras redondas e longitudinais e nesta altura as escamas vão ficando castanhas flavopubescentes nos bordos e o broto terminal, verdoengo, continua crescendo até que encontra terra firme. Na sequência de seu desenvolvimento fisiológico a planta emite raízes, fixa-se ao solo e a partir deste momento brotam as primeiras folhas armadas de pequenos e agressivos acúleos recurvados para o ápice ou para a base das folhas em formato de unhas de gato (BESSA, 1982).

Observando a formação dos gerais da caatinga grande, foi possível constatar um pé de macambira quando solta o escapo floral, já emitiu 1, 2 ou 3 estolhos, sendo que estes por sua vez emitiram outros e o mais velho já está pronto para a floração no ano subsequente. A planta não emite rebento do lado pelo qual se prende ao estolho originário. Comumente uma macambira produz dois filhos e quando morre mais de um ano depois de soltar o pendão floral, deixa pelo menos quatro plantas novas. E assim quando não foi destruído pelo fogo um geral da macambira apresenta aspectos impenetráveis de 15 a 20 mil plantas por hectare entrelaçado por folhas armadas em seus bordos de recurvados espinhos. (BESSA, 1982).

### **Importância ecológica**

Mais do que belas, as plantas dessa extensa família, com mais de 2 mil espécies, é a capacidade de armazenar água em suas folhas confere às bromélias - principalmente as chamadas bromélias-tanque - um papel fundamental na manutenção da diversidade biológica, em todos os ecossistemas onde ocorrem: das florestas tropicais úmidas às dunas de areia, das baixadas encharcadas aos rochedos expostos no alto dos morros. Em regiões de restinga - a faixa intermediária entre as praias ou mangues e a Mata Atlântica, mesmo em ambiente quente e hostil, como a Caatinga, as bromélias chegam a ser os únicos suprimentos de água doce disponível para pequenos animais, verdadeiras cisternas naturais, capazes de armazenar de um copo a um balde cheio (TOMLINSON, 1969).

Geralmente límpida e transparente, a água estocada entre as folhas contém sais minerais, ácidos orgânicos e outros nutrientes que fazem das bromélias universos em miniatura, dos quais dependem centenas de organismos. Além de larvas de mosquitos, dentro ou em torno das bromélias vivem libélulas, aranhas, sapos, pererecas, aves, morcegos, cobras e crustáceos. São 400 a 500 espécies de animais, de alguma forma relacionadas às bromélias. Muitas fazem das plantas sua moradia, outras as frequentam para caçar, beber ou apenas molhar a pele. Outras ainda as polinizam ou buscam seu néctar e frutos. No calor das restingas ou no auge da seca do sertão nordestino, dos cerrados e das matas do Centro-Sul brasileiro, as bromélias também são fonte de água para anfíbios e répteis, aves e até mesmo mamíferos, como sagüis, micos, macacos, cachorros-do-mato e quatis (TOMLINSON, 1969; BENZING et al. 1978).

### **Importância na alimentação humana e arraçoamento de animais**

Esta bromeliácea muito usada na alimentação dos rebanhos e da população humana faminta durante as grandes secas. A porção terminal do caule, rica em amido, é fornecida ao gado, cortada em fatias, após a retirada das folhas espinhentas. Na alimentação humana, a macambira é usada na forma de farinha.

Um registro feito por Mendes (1992) relata a importância da macambira na alimentação humana e animal em época das grandes estiagens relatadas pelo autor já havia a preocupação ecológica com esta bromeliácea:

“As áreas, antigamente extensas, de macambiras e xique-xique estão a cada seca diminuindo, chegando ao ponto de serem extintas de algumas delas.

Devido ao escasseamento da macambira, à severidade da seca de 1993 e ao elevado número de animais que estavam sendo salvos,

praticamente as custas do xique-xique, mandacaru e macambira, as “cabeças” de macambira comercializadas na cidade de Mossoró - RN durante aquela seca vinham de localidades com até 100 km de distância”.

Segundo Vainsencher (2009) a operação de extração da massa da base dilatada das folhas (capas) inicia-se com o corte e o transporte, que acontece quando o sertanejo corta algumas folhas, no ponto em que começam a se alargar, para alcançar a “cabeça” da macambira. Várias “cabeças” são amarradas umas às outras, formando-se atilhos que os burros transportam em suas cangalhas; ou os próprios caboclos carregam nos ombros, quando não dispõem dos animais. O trabalho de apara é bem árduo que consiste em levantar a epiderme, guarnecida de forte cutícula, com a ponta de uma faca. E as capas são piladas visando separar a fécula das fibras. A massa bruta é batida, espremida e lavada em água, várias vezes, para retirar o máximo possível do fortune. Isto tudo deixa as pessoas com os dedos muito feridos, devido à ação corrosiva da substância que deriva deste processo. Após a decantação, a massa, de cor branca, é envolvida em um pano, passada em uma prensa rudimentar para escorrer o restante de água, e colocada ao sol para secar. A massa também é comida em forma de pirão.

A farinha da macambira é composta, em sua maior proporção (63,1%), de amido, uma substância química parecida à da farinha de mandioca, porém com um teor protéico bem mais elevado, próximo das farinhas de milho e arroz. Ainda é rica em cálcio, quinze vezes mais alto que o leite, e três vezes mais elevado que o queijo, sendo uma das farinhas mais nutritivas do mundo. Os vaqueiros ressaltam, além disso, uma outra vantagem: o gado que come as flores e os frutos da macambira não sente necessidade de ir ao bebedouro atrás de água. (VAINSENER, 2009).

A planta ainda é realidade nos dias de hoje, quando a usam para matar a fome de rebanhos, e sempre associada a secas históricas viram notícia de forma imediata como se fossem indicadores da severidade da estiagem. É o que observa-se em publicações de blogs locais em regiões de nosso semiárido. Como publicou o blog Riachaonet em 2 de novembro de 2012 às 0:23 “Gado da região de Picos – PI escapa na macambira queimada” (Figura 2).

“A seca que assola o nosso sertão chegou ao extremo. Em Geminiano, os criadores sem ter mais o que dar para o gado comer, apelam para a queima da macambira, na fé que as últimas cabeças de gado que ainda restam possam

escapar, até que a chuva chegue. Para os irmãos Antônio Francisco José da Luz e Raimundo Nonato da Luz, criadores de gado da cidade, a queima da macambira já virou rotina. Quando perguntados se não fosse a macambira o que teria acontecido, Antônio responde que que não teria mais nenhum animal vivo, pois a condição financeira não permite" comprar ração. "Até mesmo a macambira está sendo racionada com medo de acabar, pois isso acontecendo é entregar pra Deus. A fome do rebanho é tamanha que eles entram quase no fogo pra comer", diz o criador."



Figura 2: "Cabeças" de macambiras queimadas para arraçoar rebanhos em Geminiano – PI.  
Fonte: Blog Riachaonet 2012.

### **Facheiro**

O gênero *Pilosocereus* é o maior da tribo Cereeae em número de espécies e o que apresenta maior representatividade para o Brasil, com cerca de 35 espécies distribuídas do México até o Paraguai. No Brasil, ocorrem cerca de 20 espécies deste gênero, em ambientes diversos, incluindo Caatinga, Restinga e afloramentos rochosos em Cerrados ou Campos Rupestres do leste do Brasil (ZAPPI, 1994; TAYLOR & ZAPPI, 2004), dividindo-se nos subgêneros *Gounellea* e *Pilosocereus*. Estes se diferenciam das outras Cactaceae por apresentar flores relativamente curtas, tubo floral glabro e liso, e frutos depresso-globosos, com restos do perianto enegrecidos, pendentes, com pericarpo deiscente por fendas laterais ou centrais irregulares, e polpa funicular sólida, alva ou colorida (ZAPPI, 1994).

Dentre as cactáceas há aproximadamente 40 espécies do gênero *Cereus* na América do Sul e no Caribe. A classificação dos *Cereus* tem variado anualmente, e o número exato de espécies varia de autor para autor. As cactáceas são plantas de fácil crescimento, altas e colunares; as flores não têm espinho mas algumas escamas; são

geralmente grandes, brancas, de forma afunilada ou de trombeta; apresentam uma fruta amarela ou vermelha, contendo sementes preta, geralmente comestíveis; são propagados facilmente através de estacas mas são também fáceis de crescer a partir das sementes, embora seja mais lento o crescimento (CORRÊA, 1984).

O facheiro pode atingir uma altura de até 10 m (CORRÊA, 1984); seu caule é suculento, carnoso e verde com capacidade fotossintetizante, seu formato externo é geralmente cilíndrico com projeções na forma de brotos revestido na superfície por uma cutícula serosa (cobertura impermeabilizante), apresentando poucos estômatos e uma parede celular sinuosa com tubérculos (projeções do caule) e folhas reduzidas com aréolas (gemas laterais modificadas) contendo espinhos pontiagudos, chegando a alcançar até 2 cm de comprimento. Internamente, o caule apresenta cor amarelada, um parênquima armazenador de água e um cilindro vascular (tecido de transporte), responsável pela nutrição do vegetal, sendo constituído de líber e de lenho (GUIZZO, 1994).

### **Importância ecológica**

Segundo descrição de Lucena, (2007) o facheiro possui em seus galhos e frutos 15,5% de proteínas e 36% de amido, superando a quantidade dessas substâncias encontradas na palma e no mandacaru. Apesar da semelhança, o facheiro apresenta mais ramificações e alcança altura maior do que o mandacaru e sua madeira branca e leve é usada para carpintaria. Seus galhos longos são bastante utilizados como caibros e ripas e suas raízes são usadas para fazer colher de pau. O fruto é uma baga, globosa a subglobosa, deiscente e de cor púrpura quando maduro, com cerca de 3,6 - 4,2 cm de diâmetro e, aproximadamente 3.200 sementes negras, cuja maturação demora cerca de 30-40 dias. Na época da seca principalmente, os ramos e frutos do facheiro podem ser utilizados, sendo garantia de alimentos para caprinos, ovinos e pássaros.

Segundo pesquisas da Embrapa Semiárido, os frutos do facheiro são consumidos pelos pássaros no estágio de pré-maturação e uma parte das sementes do facheiro espalhadas nas fezes dos pássaros germina e forma novas plantas.

Lucena (2007) que estudou as flores de *P. tuberculatus*, afirmou que as mesmas são visitadas por animais noturnos e diurnos. Durante o período noturno, foram observadas visitas frequentes dos morcegos *Glossophaga soricina* e *Lonchophyla mordax* (Phyllostomidae). As visitas iniciam geralmente quando as flores já estão completamente abertas, a partir das 19:00 h. Pela manhã seguinte, as flores de *P. tuberculatus* são

frequentemente visitadas por diversas abelhas. *Xylocopa grisescens*, uma espécie de grande porte, é a primeira a chegar, a partir das 4:20 h. Estas abelhas dirigem-se diretamente para o interior da flor para coletar néctar, adentrando-se quase que com todo corpo, contatando o estigma geralmente com a região dorsal. Logo depois, ocorrem as visitas de *Trigona spinipes*, as quais apresentam comportamento variado, deslocando-se pelas anteras e estigma para coleta de pólen ou dirigindo-se para o interior da flor para coletar néctar.

Pequenas formigas (*Campanotus* spp., *Cephalotes* sp., *Dorymyrmex* sp. e *Pseudomyrmex* sp.) e besouros (*Ciclocephala* sp.) também foram observados nas flores de *P. tuberculatus*. Os besouros foram vistos ocasionalmente no início da noite ou da manhã, permanecendo no interior da flor até o seu fechamento. Por outro lado, as formigas apresentaram estreita inter-relação de atração/defesa com esta espécie de Cactaceae, que começa desde a exploração do néctar oferecido pelos nectários extraflorais durante a fase de botão, perdurando até a frutificação. As formigas estão presentes na planta em todos os horários do dia, e quando presentes em grande número, muitas vezes impedem a predação dos botões florais por *Trigona spinipes*. Tanto as formigas como os besouros ocasionalmente podem contatar os órgãos sexuais da flor (LUCENA, 2007).

### **Importância na alimentação animal e humana**

No Brasil e em alguns países da América Latina, vêm-se utilizando como alternativa alimentar cactáceas do gênero *Melocactus* (coroa-de-frade) e *Pilosocereus* (facheiro), além da *Opuntia* spp e a *Pereskia aculeata* (“ora-pro-nobis”) no consumo humano. Contudo o consumo de cactáceas, como alimento humano, encontra-se pouco difundido entre a população brasileira, sendo seu consumo limitado apenas aos consumidores da gastronomia exótica ou algumas vezes pela população de baixa renda (SILVA et al., 2005).

Mesmo assim, no Nordeste brasileiro, a coroa-de-frade e o facheiro vêm sendo utilizados na fabricação de doces, bolos, biscoitos, cocadas, podendo ser uma nova fonte de renda para comunidades carentes e um atrativo para a gastronomia exótica. A exploração econômica do facheiro através do processamento de farinha tendo como finalidade o emprego na alimentação humana pode representar uma alternativa de significância ecológica, econômica e social para a região do semiárido, onde parte

substancial da população sofre carência nutricional, há uma necessidade de aumentar os volumes de produção de gêneros alimentícios e, ao mesmo tempo, preservar seu patrimônio em ecossistemas naturais, cuja destruição se dá em ritmo acelerado em virtude da exploração crescente do território e da colonização de novas áreas, pelas atividades agrícolas e pecuárias (SILVA et al., 2005).

A farinha de facheiro apresenta as seguintes características nutricionais: amido 8.36%, fibras 7.87% e proteínas 1.65 % podendo ser incorporada a produtos de panificação como bolos, pães e biscoitos, em substituição parcial a farinha de trigo (LIMA, 2006). De acordo com Silva, (1998) para que uma tecnologia adequada seja desenvolvida, é necessário que os alimentos escolhidos para formulação de farinhas compostas sejam pesquisados em relação a composição química, características físicas e nutricionais.

O facheiro é uma Cactaceae utilizada, pelos agricultores, como uma alternativa para alimentação dos animais. A parte aérea da planta geralmente é cortada no local onde se encontra, sendo ali oferecida para os animais. Em algumas comunidades, a planta é queimada para a eliminação dos espinhos antes de ser ofertada aos animais (SILVA et al, 2005).

### **Xique-xique**

Pertencente à tribo Cereeae da subfamília Cactoideae, o gênero *Pilosocereus* é o maior da tribo em número de espécies e o que apresenta maior representatividade para o Brasil, com cerca de 35 espécies distribuídas desde o México ao Paraguai. Este gênero diferencia-se das outras Cactaceae por apresentar flores relativamente curtas, tubo floral glabro e liso, e frutos depresso-globosos, com restos do perianto enegrecidos, pendentes, com pericarpo deiscente por fendas laterais ou centrais irregulares, e polpa funicular sólida, alva ou colorida. Plantas do gênero *Pilosocereus* podem apresentar crescimento de arbustivo ao arbóreo, havendo espécies anãs com altura em torno de 30 cm. Seus ramos são curtos, geralmente retos e maciços, mucilaginosos, de coloração verde ao cinza com cobertura de cera azul e auréolas largas (ZAPPI, 1994).

O Xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) é uma cactácea bastante comum no semiárido nordestino, desenvolvendo-se muito bem nas áreas mais secas, cresce em solos rasos, em cima de rochas e se multiplica regularmente, cobrindo extensas áreas. O xique-xique é uma planta da família Cactaceae, de tronco ereto com galhos laterais afastados e

descrevendo suavemente uma curva ampla em direção ao solo. Seu caule e seus ramos possuem dez arestas espinhentas. Seus espinhos medem até 10 centímetros de comprimento, podendo atingir 3,75 m de altura, tem a capacidade de se alastrar (daí ser conhecido também como alastrado) por mais de 10 metros de diâmetro, fato esse que elucida a presença de uma gama de outras forrageiras na parte interior dessas reboleiras, seria de alguma forma uma proteção para a germinação destas. Suas brotações basais desenvolvem-se horizontalmente, para depois ficarem na vertical em forma de candelabro contendo costelas com grande quantidade de espinhos (GOMES, 1977). Além de proporcionar a formação de uma área de reserva nutricional bastante significativa (ANDRADE-LIMA, 1960).

Esta cactácea desenvolve-se nas áreas mais secas da região semiárida do Nordeste, em solos rasos, sobre rochas e se multiplica regularmente, cobrindo extensas áreas da caatinga. Sua distribuição ocorre principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Piauí, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe (LIMA 2006).

A família Cactaceae possui cerca de 124 gêneros e 1.438 espécies, distribuídas nas regiões tropicais do Novo Mundo (HUNT et al. 2006), ocorrendo principalmente em áreas quentes e secas. O Brasil é considerado o terceiro maior centro de diversidade das Cactaceae, onde cerca de  $\frac{3}{4}$  das espécies são endêmicas, totalizando 162 espécies nativas (TAYLOR, 1991; ZAPPI, 1994; TAYLOR & ZAPPI, 1989; 2004). São plantas geralmente xerofíticas, áfilas, com caule e ramos suculentos e fotossintetizantes, espinhosos, flores solitárias e vistosas. As cactáceas, notadamente pelo seu mecanismo CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), conseguem atravessar grandes períodos de seca, permanecendo suculentas e podendo servir de ração para os animais que ali coabitam.

### **Importância ecológica**

Segundo Rocha & Agra (2002) a dominância ou subdominância de espécies de Cactaceae na fisionomia vegetacional da Caatinga do Nordeste do Brasil, principalmente dos gêneros *Cereus*, *Pilosocereus* e *Tacinga*, tem sido de grande importância na manutenção da fauna local.

Segundo Pereira (2010) em parcelas implantadas durante o estudo sobre reprodução assexuada de xique-xique em Cabaceiras, no Assentamento serra do Monte, notou-se a germinação de uma enorme variedade de espécies no entorno das plantas das parcelas experimentais. Em um levantamento preliminar observou-se que em um intervalo de tempo de seis meses a um ano diversas espécies ali germinaram, desenvolveram-se e completaram seu ciclo, reproduzindo-se e disseminando sementes para formação de bancos de germoplasma naturais. Isso aconteceu devido às plantas serem cultivadas no início do inverno além de haver o revolvimento do solo no local do plantio. Mesmo sendo mínimo esse revolvimento, as sementes disseminadas pelo vento, pássaros, pequenos roedores e água da chuva, obteve o terreno fértil, úmido e a proteção dos espinhos para que pudessem ali completar seu ciclo.

Pereira (2010) descreveu ainda o registro de dez espécies distintas, pertencentes a mais de seis diferentes famílias, nascidas após o plantio das plantas de xique-xique propagadas por hastes. Estima-se que quanto maior for o alastramento do xique-xique, esse número de espécies aumente, pois a maioria dos animais que pastejam na caatinga, não conseguem penetrar para o interior dessas reboleiras, fazendo com que se concentre em seu interior uma maior diversidade de espécies da flora, e notadamente as plantas que servem de forragem, ali consegue completar seu ciclo, lançando suas sementes dentro e fora dessas reboleiras e, por conseguinte, perpetuando-se e atraindo elementos da fauna para o seu interior.

Mais do que servir de abrigo e de alimento para as espécies que habitam a caatinga, as cactáceas, notadamente as do gênero *Pilosocereus* são polinizadas por morcegos e mariposas por possuírem antese noturna. As flores de Cactaceae que apresentam antese noturna, perianto robusto, elementos petalóides esbranquiçados, forma tubular-bojuda, odor desagradável e néctar em abundância, estão associadas à polinização por morcegos. As flores de cactáceas do gênero *Pilosocereus* são visitadas por animais noturnos e diurnos. Durante o período noturno, foram observadas visitas frequentes dos morcegos *Glossophaga soricina* e *Lonchophyla mordax* (Phyllostomidae). As visitas iniciam geralmente quando as flores já estão completamente abertas, a partir das 19:00h. No entanto, quando o número de flores abertas na população é baixo (uma flor para cada 30 indivíduos), as visitas podem ocorrer logo no início da antese, por volta das 18:00h (Figura 3A). O comportamento de visita das duas espécies de morcegos é semelhante. O morcego paira acima da flor introduzindo sua cabeça no tubo floral e a língua no interior

do tubo, até atingir a câmara nectarífera (Fig. 3A, 3B, 3C). As visitas são breves, durando cerca de 1 segundo em cada flor. O intervalo entre uma visita e outra varia de 5 segundos a 55 minutos (LUCENA, 2007).

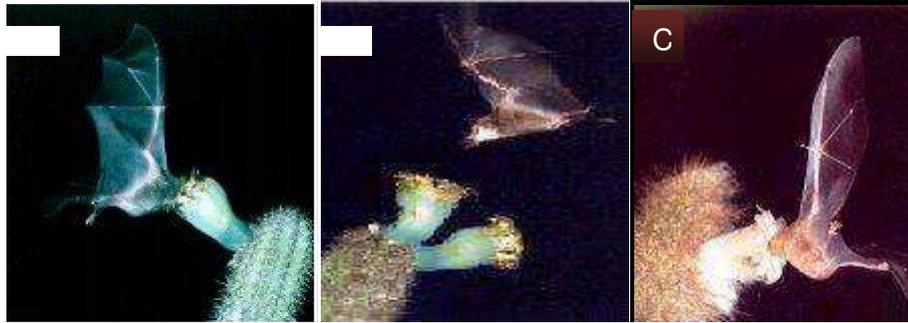


Figura 3A, 3B e 3C: O comportamento de visita de duas espécies de morcegos registrado por Lucena (2007) em *Pilosocereus*.

Segundo Scogin (1985), a variação do néctar em algumas espécies de Cactaceae não apresentou diferença significativa nas concentrações de açúcares entre as flores polinizadas por mariposas (15,0-34,0 %), morcegos (17,0-26,0 %) e beija flores (22,0 %-30,0 %), além de apresentar sobreposição entre as concentrações para os diferentes tipos de visitantes florais. Para alguns autores (LOCATELLI & MACHADO, 1999; AONA et al., 2006) esta sobreposição provavelmente pode favorecer a polinização das espécies de Cactaceae através da partilha dos polinizadores.



Figura 4. Flores de *P. gounellei* receberam visitas noturnas de esfingídeos. Registro de Lucena (2007).

Por sua vez, em *P. gounellei* foram observadas visitas noturnas apenas de esfingídeos (*Agrius cingulatus*, *Cocytius antaeus*, *Erinnys alope*, *E. ello ello*, *E. swairsoni*, *Eumorphia fasciatus* e *Manduca rustica rustica*). Alguns destes esfingídeos também visitaram com menor frequência *P. catingicola* e *P. pachycladus*. No entanto, *P. chrysostele* foi a única espécie para a qual não foram observadas visitas de esfingídeos

A ameaça de perder toda essa associação em rede dessas espécies com as populações e comunidades que se relacionam ecologicamente desenvolvendo e

estabilizando uma teia trófica no bioma Caatinga existe pelo fato de alguns criadores ao adotar o xique-xique e outros cactos do gênero *Pilosocereus* como forragem, onde a prática é queimar a reboleira ou cortarem toda a planta para arraçoar seus animais, deixando o rastro de degradação e eliminando a espécie de forma mais intensa.

### **Importância na alimentação animal e humana**

Segundo Gomes (1977) esta cactácea desenvolve-se nas áreas mais secas da região semiárida do Nordeste, em solos rasos, em cima de rochas e se multiplica regularmente, cobrindo extensas áreas da caatinga. Sua distribuição ocorre principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia.

O fruto é uma baga, depresso-globosa, deiscente e arroxeadada quando madura, com cerca de 3-5 cm de diâmetro, e aproximadamente 2.600-8.500 sementes negras, cuja maturação demora aproximadamente 25-40 dias.

A parte aérea da planta é cortada pelos agricultores e queimada para eliminação dos espinhos, sendo ofertada posteriormente para os animais. Em muitas comunidades os agricultores fazem a queima das plantas em pé e os animais consomem diretamente no campo. Esta prática têm causado sérios danos ao bioma caatinga, visto que, a plantas queimadas por inteiro, morrem e a cada época seca, o xique-xique corre o risco de extinção (GOMES, 1977).

Segundo Silva et al. (2005), a cada época de seca no Nordeste brasileiro, particularmente no Seridó Potiguar, a utilização do xiquexique na alimentação de ruminantes evidencia a importância dessa cactácea como reserva estratégica para os sistemas pecuários do semiárido. As farinhas extraídas dos cladódios do xique-xique, do palmito da carnaubeira jovem das sementes da mucunã (*Dioclea grandiflora*) são também consumidas pelo homem nos períodos de fome extrema, por ocasião das grandes secas (MENDES, 1992).

Na época da seca essa planta é utilizada pelos agropecuaristas, como uma alternativa para alimentação dos animais. O xique-xique apresenta frutos atrativos que são consumidos *in natura* pela população e por animais da caatinga. A ausência de dados na literatura sobre a composição físico-química desse fruto mostra a falta de caracterização e informações nutricionais que permitam a recomendação desses alimentos de uma forma mais ampla. Quanto à composição química-bromatológica do xique-xique, os percentuais de matéria seca e proteína bruta foram de 13,59 % e 4,91%,

respectivamente e o teor de cinzas encontrado foi 19,80% (SILVA, 1998). De acordo com Leal et al. (2005) que analisaram a herbivoria de caprinos na região de Xingó, registraram o consumo de xique-xique por esses animais.

Barbosa (1997) realizando análises bromatológicas do xique-xique demonstrou que se podem encontrar em um kg de massa verde 108,33 g de matéria seca; 5,78 g de proteína bruta; 22,37 g de fibra bruta; água; sais minerais; carboidratos, entre outros componentes. Cada kg de massa verde fornece 253 kcal para os animais. Segundo Germano et al. (1991) e Silva et al. (1998), os valores de alguns minerais encontrados na MS do xique-xique são considerados altos, com destaque para o cálcio (Ca) com 1,82% a 3,10% e o potássio (K) com 1,56% a 2,89%.

### **Palma forrageira**

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, L. (Mill)) é utilizada pelo homem no México desde o período pré-hispânico, assumindo um papel importante na economia agrícola do Império Asteca, juntamente com o milho e agave, consideradas as espécies vegetais mais antigas cultivadas no território mexicano. Na alimentação humana, geralmente, são usados em preparações culinárias os brotos da palma ou raquetes jovens (cladódios), denominados de verdura (INGLESE, 2001), que alimentam, além do homem, diversas espécies de animais domésticos e selvagens (LOPES et al., 2005).

Seu sistema radicular é superficial e carnoso, com distribuição horizontal (SUDZUKI HILLS, 1999). A parte aérea da planta é formada por segmentos ou cladódios, com aparência de folhas carnosas, mas são caules modificados. Estes segmentos são geralmente planos e ovais, possuindo espinhos nas auréolas ou gemas (RUBIO, 1983).

De acordo com Sudzuki Hills (1999), à medida que a gema surge, é possível, através de seu volume espacial, classificá-la em vegetativa ou florífera. A gema reprodutiva é mais esférica que a vegetativa, e esta é mais plana; a proporção de gemas floríferas e vegetativas é de 3:1, sendo que 10% dos cladódios podem ter ambos os tipos de gemas em igual proporção. O aparecimento das gemas florais marca o início do período reprodutivo.

O comportamento fenológico das diferentes espécies depende dos fatores genéticos, edafoclimáticos e tratos culturais. Cada espécie apresenta reações diferentes quando submetidas a diferentes condições do meio. São poucos os trabalhos sobre a fenologia da figueira-da-índia no Brasil, e estes representam referências importantes,

porém seus resultados nem sempre podem ser extrapolados de uma região para outra. Portanto, fazem-se necessários estudos sobre o comportamento das espécies em cada região de cultivo (SEGANTINI et al., 2010).

Segundo Nerd & Mizrahi (1997), os cladódios mais expostos à luz solar são mais férteis, podendo emitir até 20 gemas ou mais os cladódios sombreados quase sempre inférteis e que, e que as gemas floríferas da figueira-da-índia são emitidas principalmente em cladódios terminais formados durante o ciclo anterior de crescimento. Os cladódios são classificados em cladódios terminais formados no ciclo reprodutivo anterior e os subterminais que são aqueles formados em anos antecedentes, ou seja, cladódios que precedem os terminais. Além destes, existem os cladódios jovens do ano em curso, que foram ou estão sendo formados e que ainda estão imaturos. Em geral, os cladódios subterminais apresentam-se unidos desde o caule até os cladódios terminais formando vários ramos, distribuídos por toda a planta.

Os cladódios e a epiderme dos frutos das Opuntias possuem as aréolas ou gemas, que são estruturas com a capacidade de diferenciarem-se em raízes, ramos, frutos, espinhos, gloquídeos, pelos setosos, lã, feltro, cerdas, glândulas nectárficas e botões florais (SCHEINVAR, 1985). A queda de cladódios e frutos próximos à planta mãe é o mecanismo mais comum de multiplicação no gênero *Opuntia* (NERD & MIZRAHI, 1997; MANDUJANO et al., 1998a).

### **Importância ecológica**

A diversidade de ambientes encontrados no SAB (Semiárido Brasileiro) provém de diferentes combinações dos componentes abióticos, entre os quais se salientam as condições termo-pluviométricas, seguidas de propriedades litoestruturais, posicionamento topográfico e heranças paleoclimáticas (Ab'SABER, 1984). Essa diversidade edafo-climática mostra algumas das vantagens comparativas oferecidas pela região, onde predomina uma dinâmica intensa entre água-solo-planta-atmosfera (ANDRADE et al., 2006).

Lacerda (2006) consideram que o SAB apresenta-se como uma região heterogênea e com um patrimônio valiosíssimo quanto aos seus recursos naturais, dentre os quais se destacam as plantas xerófilas que representam as fontes vegetais produtoras de energia e asseguram as condições mínimas de sobrevivência da fauna silvestre e dos animais domésticos das zonas secas.

O sucesso ecológico e evolutivo de diferentes grupos de angiospermas vem sendo associado à sua eficiência reprodutiva, a qual inclui mecanismos de reprodução sexuada e assexuada, dispersão de sementes e fixação de indivíduos juvenis (REYES-AGÜERO et al., 2006). Nas Opuntias, a fragmentação dos cladódios é um mecanismo comum e eficiente de multiplicação clonal. Porém, neste caso, há a possibilidade de ocorrência da autogamia gerada pelo acréscimo de clones, influenciando desta forma na dinâmica de estabelecimento e permanência das populações (MANDUJANO et al., 1998b; EVANS et al., 2004; GRIFFITH, 2004).

Devido às mudanças climáticas globais, a palma forrageira ganha maior importância nos sistemas de produção pecuários das regiões secas. Segundo Ben Salem & Nefzaoui (2002), esta crescente expansão dos palmais no mundo se deve a fatores como a capacidade adaptativa e a elevada produção de forragem de qualidade a baixo custo, quando comparado com outras forrageiras cultivadas em ambientes semiáridos, além da variedade de produtos produzidos. A água desempenha um papel fundamental, participando da maioria dos processos bioquímicos essenciais à vida e constituindo de 80 a 95% a massa dos tecidos vegetais. Para satisfazer essas demandas contraditórias as plantas desenvolveram adaptações para controlar a perda de água (LEITE, 2009).

O potencial de produção de um vegetal depende das interações entre a planta e o meio ambiente, caracterizado por fluxos de energia e de massa (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N, minerais) representados pelos diferentes processos fisiológicos de captação de energia e nutrientes (LARCHER, 2000). A produção final em matéria seca de uma planta forrageira depende, em última instância, da eficiência de conversão da energia radiante em energia química, por meio da fotossíntese. O estabelecimento e persistência das plantas forrageiras dependem de interações que ocorrem entre o vegetal, clima e solo. (LEITE, 2009).

Nesse contexto a palma forrageira é plantada em áreas de dimensões expressivas em todos os estados que compõem o semiárido brasileiro sob condições agronômicas nem sempre as mais adequadas, porém na maioria das vezes essas áreas são isoladas por cercas que protegem da herbivoria de animais de criação, mas ao mesmo tempo permite que esta palma relacione-se ecologicamente com espécies que convivem com suas raízes, parte aérea e frutos, tendo a mesma como base de suas alimentação e tornando-a peça chave nas relações ecológica de diversas espécies.

### **Importância na alimentação animal e humana**

A grande diversidade de usos e aplicações da palma forrageira revela a versatilidade dessa espécie vegetal, que apesar de ser cultivada para alimentação animal, não tem sua potencialidade explorada plenamente. Em consequência, vêm sendo desperdiçadas excelentes oportunidades para melhoria dos índices sociais e econômicos desse espaço geográfico, mediante a geração de trabalho, renda, oferta de alimentos e preservação ambiental. O reconhecimento do valor nutricional da palma tem motivado, nos últimos anos, o desenvolvimento de trabalhos, objetivando introduzir a verdura de palma na dieta alimentar do nordestino (LIMA et al, 2011).

O uso de broto de palma ou verdura, na alimentação humana, basicamente, é limitado ao México e outros países com influência mexicana (FLORES VALDEZ, 2001), onde existem mais de 200 receitas de comidas à base de palma forrageira (GUEDES et al., 2004). Segundo Cantwell (2001) a palma é uma alternativa eficaz para combater a fome e a desnutrição no semiárido brasileiro além de ser uma importante aliada nos tratamentos de saúde. É uma cultura rica em vitaminas A, complexo B e C e minerais como Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio além de 17 tipos de aminoácidos. A palma é mais nutritiva que alimentos como a couve, a beterraba e a banana, com a vantagem de ser um produto mais econômico.

Considerada como prato típico na região da Chapada Diamantina - BA, o “cortadinho de palma” está entre as comidas típicas mais apreciadas pelos moradores e turistas da região. É considerado um prato trivial e indispensável acompanhamento para o feijão com arroz, servido quase todos os dias na mesa dos riocontenses. Foi relatado que moradores de Valente e São Domingos utilizam a palma-de-gado *Opuntia ficus-indica* na forma de saladas e sucos. Embora a palma seja um importante recurso alimentar em alguns locais, nos municípios de Queimadas e Santaluz somente em ocasiões de extrema seca é considerada útil como alimento (ANDRADE, 2002).



### 3. METODOLOGIA

O experimento foi instalado em quatro áreas antropizadas e distintas, porém todas inseridas no município de Picuí – PB. Picuí apresenta uma área de 66.646,68 ha (Figura 5). Encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Seridó e seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6°28' e 6°69' de latitude sul e entre os meridianos de 36°21' e 36°46' de longitude oeste. Está inserido na Mesorregião da Borborema e na Microrregião do Seridó Oriental, limitando-se com os municípios de Frei Martinho, Nova Floresta, Cuité, Baraúna e Nova Palmeira e Carnaúba dos Dantas já no Estado do Rio Grande do Norte com uma altitude média em relação ao nível do mar de 386 metros (AESAs, 2008).

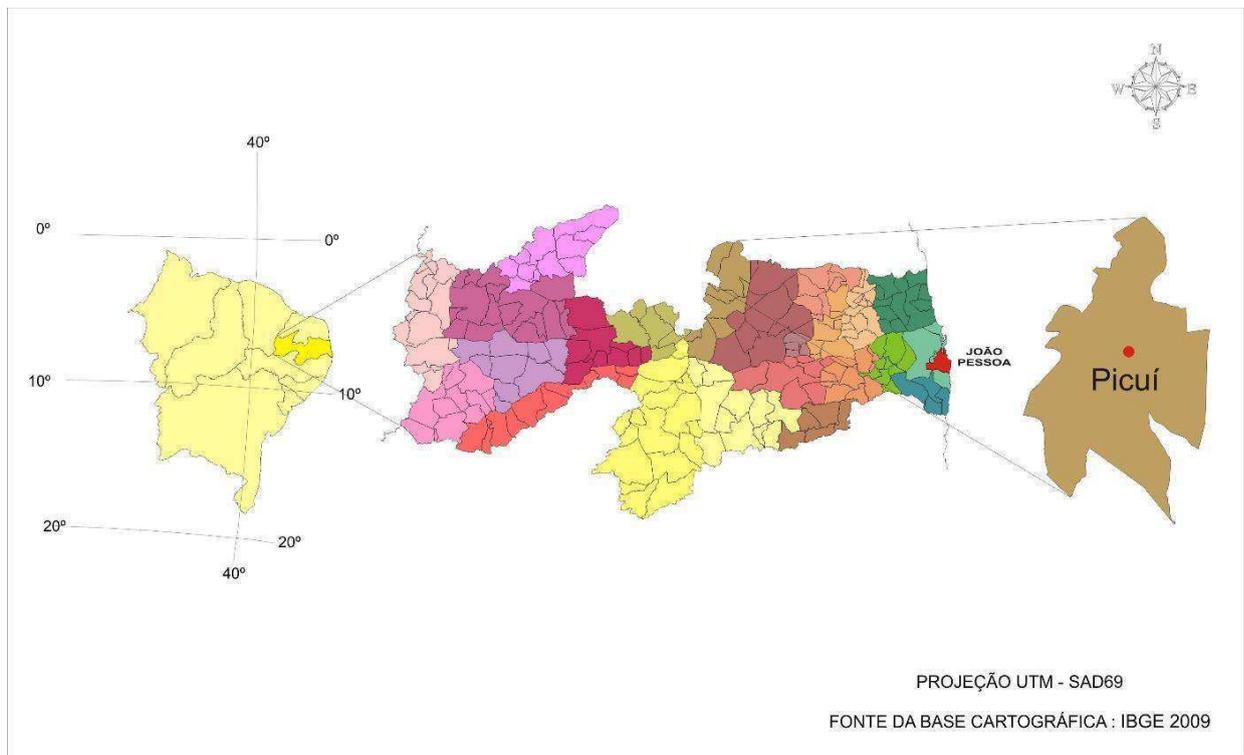


Figura 5 – Mapa de localização do município de Picuí PB.  
Fonte: Base cartográfica IBGE 2009 (adaptado).

Os demais pontos estão especializados no município de acordo com a figura 6, que foram marcados com aparelho de GPS Garmim e-trex. Todos foram escolhidos a partir de degradações constatadas “in loco”, através de visitas a campo.

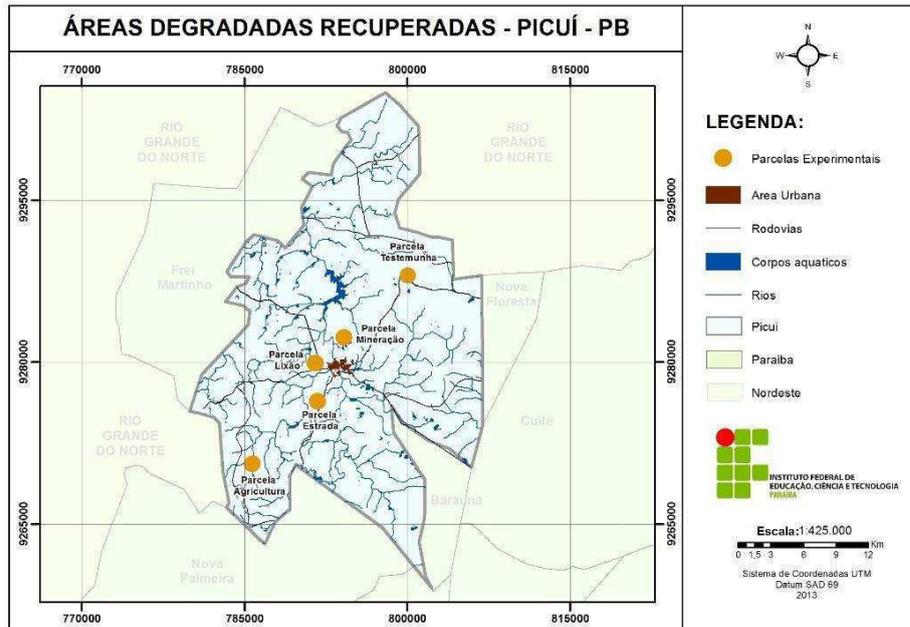
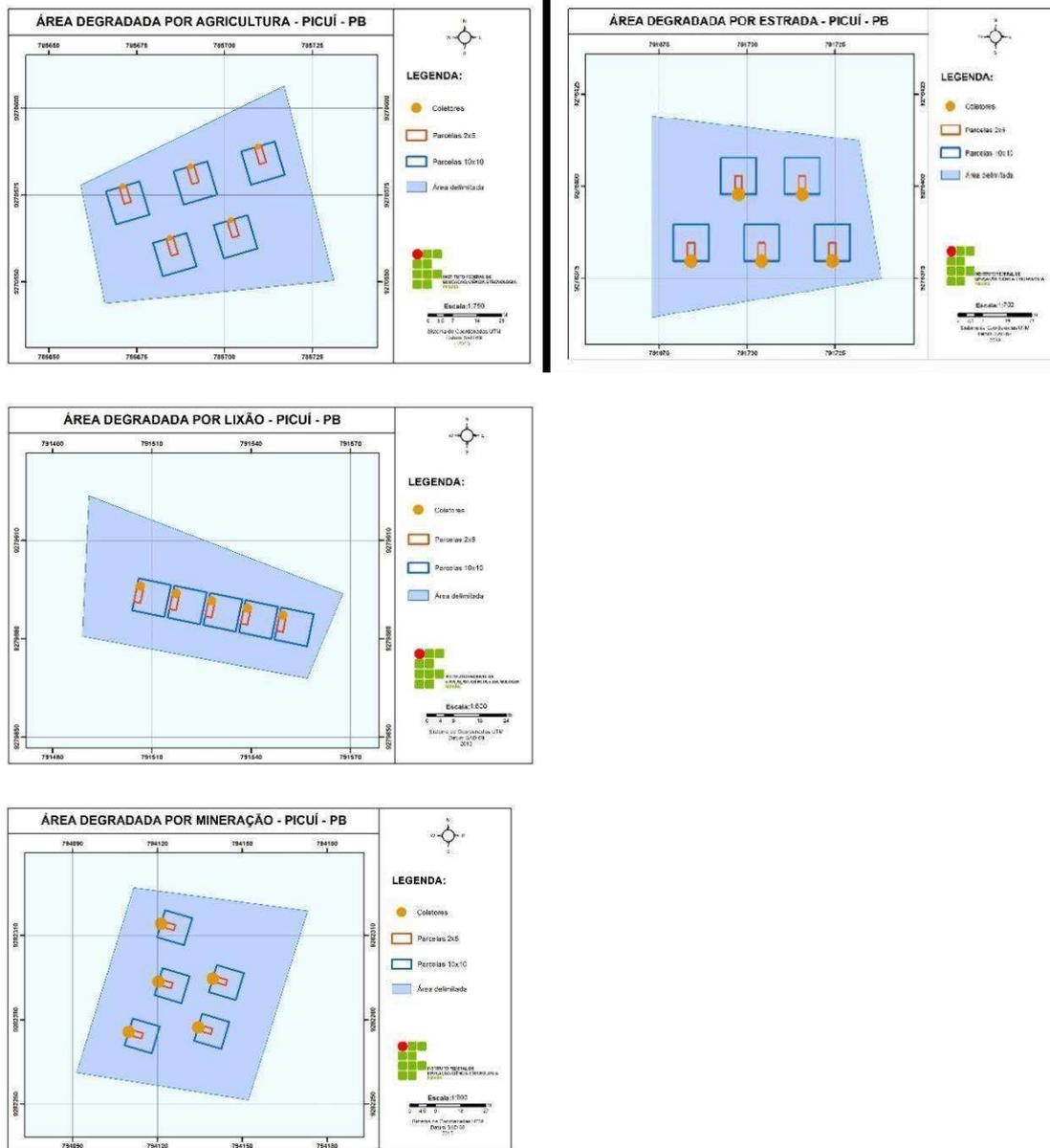


Figura 6: Mapa das áreas onde instalaram-se as parcelas dos experimentos.

Em cada uma dessas áreas foram implantadas as parcelas que originaram os plantios com as repetições. Nota-se 5 parcelas por área, onde descartou-se a área mista após a implantação por não haver forma de comparar parâmetros, ficando as restantes onde plantou-se o xique-xique, a macambira, o facheiro e a palma forrageira (Figuras 7, 8, 9 e 10). A área da testemunha, que foi um fragmento de caatinga preservada, serviu apenas para trabalhar como comparativo nos parâmetros de fertilidade de solo (Figura 11).



Figuras 7, 8, 9 e 10: Áreas experimentais e as repetições implantadas e delimitadas.

A área da testemunha foi escolhida por ser coberta predominantemente a princípio por uma vegetação de caatinga arbórea, fechada e com um manto de folhas e detritos, os solos do Semiárido apresentavam-se, entretanto protegidos do embate das chuvas e consequentemente da erosão acentuada. No inverno apresentavam-se dispostos a receberem a chuva por conterem matéria orgânica suficiente por interferir na porosidade e absorção de água com a posterior drenagem para horizontes mais profundos e abastecimento dos lençóis e bolsões freáticos. No verão, esta umidade era mantida pelo manto de folhas e detritos permitindo a atividade microbiana e a mineralização da matéria orgânica que somente desta forma é disponibilizada para as plantas.

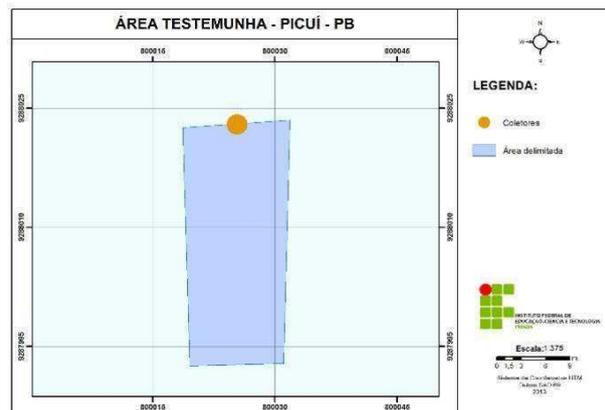


Figura 11: Área Testemunha.

O clima da área de estudo, de acordo com a classificação de Köppen, é considerado do tipo Bsh - Semiárido quente, seco com oscilação de temperatura média mensal entre 21,8°C a 24,7°C e sua temperatura anual por volta dos 23,5°C. A precipitação predominantemente é abaixo de 600 mm.ano<sup>-1</sup> e nesta região as chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de Sudeste e do Norte (PARAÍBA, 2006).

De acordo com o mapa de solos da região estudada e dos locais de implantação das áreas (parcelas) do experimento, percebeu-se uma uniformidade no que tange aos solos das áreas de parcelas implantadas, ou seja, em todas elas aparecem solos classificados como sendo Neossolos Litólicos, com afloramentos rochosos e rasos.

Conforme Plano Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 2006) e a conversão conforme EMBRAPA (2006) de Campos & Queiroz (2006) para estes solos, na área do município de Picuí são encontrados basicamente o Latossolo Amarelo Distrófico argissólico; o Luvisolo Crômico Órtico típico; o Neossolo Flúvico Ta Eutrófico solódico; os Neossolos Litólicos Eutróficos e os Neossolos Regolíticos Eutróficos (Figura 12).

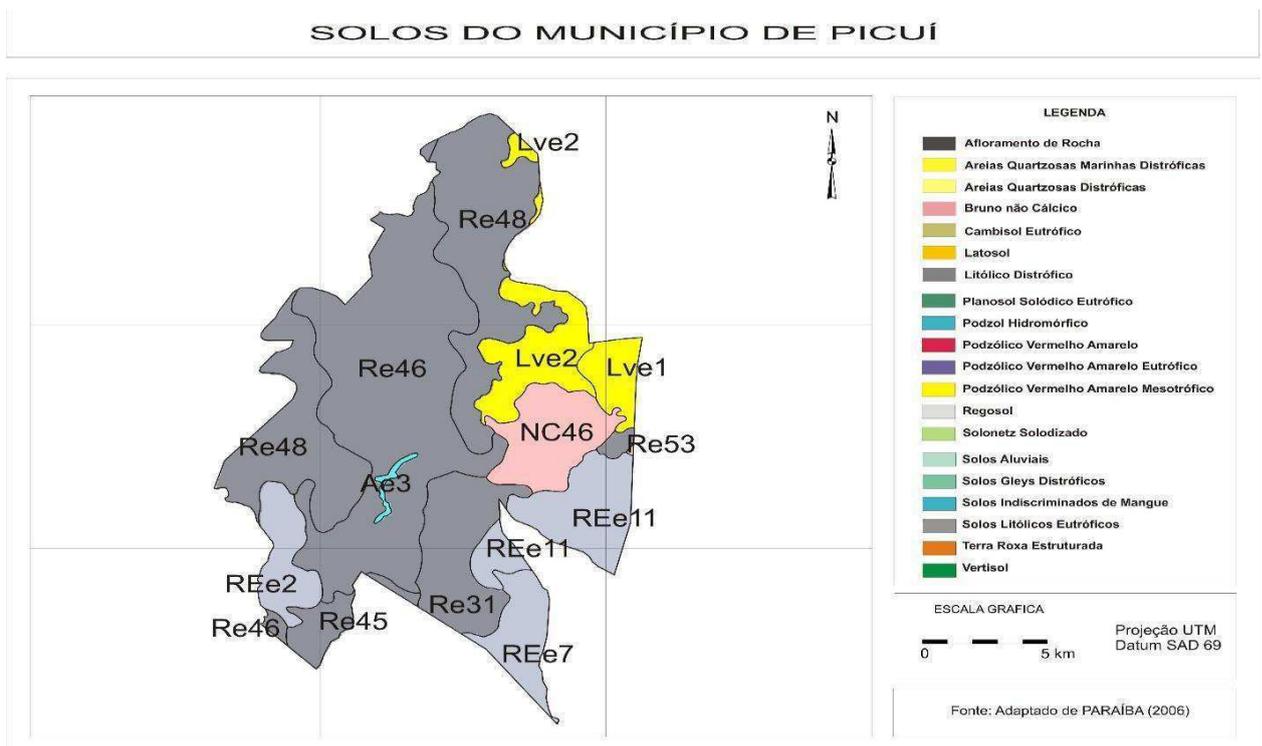


Figura 12: Mapa de solos do município de Picuí – PB  
Fonte: PARAÍBA (2006).

Como procedimento para coleta de solos realizou-se 3 análises compostas de 3 sub-amostras por parcela, retiradas de forma aleatória. Sendo 1 no início do experimento e outra ao final (720 DAP); na profundidade 0,0 – 15,0 cm; fez-se a devida homogeneização do material e acondicionamento em sacos plásticos; em seguida houve o transporte para o laboratório do IFPB Campus Souza, onde procedeu-se a confecção das mesmas.

Para o estudo dos solos, foi necessário a presença de uma 5ª área, denominada Testemunha, representada por um fragmento de Caatinga preservada, o que norteou a comparação entre os resultados das análises.

Escolheu-se para acompanhamento da fenologia das plantas estudadas o método de parcelas (Quantitativo) (CHAMPMAN et al., 1992; TALORA & MORELLATO, 2000), que consistiu na demarcação de 4 parcelas, onde todos os indivíduos encontrados dentro da área demarcada foram amostrados e catalogados. Em intervalos periódicos mensais foram avaliados, anotando-se as suas diferenciações morfofisiológicas.

Para esse estudo foram utilizados os métodos em parcelas diretos e indiretos. No direto quantitativo, as fenofases foram mensuradas por contagem total utilizando-se uma escala ordinal, que mostra a magnitude da fenofase ao longo do período de observação

por meio da média dos valores atribuídos aos indivíduos observados em campo. Esses valores corresponderam a “ranks” ou unidades/quantidades não havendo uma razão conhecida e constante entre eles, ou seja, simplesmente a cada contagem são anotadas as diferenciações morfológicas dos indivíduos no que tange a surgimento de floração, brotação apical e lateral, frutificação, etc.

Sempre para a observação e interpretação desses dados têm-se outros dados obtidos através da leitura dos pluviograma instalados durante o período de estudo para comparar as respostas das espécies estudadas com as chuvas caídas na região. Definiu-se trabalhar com intervalos mensais de observação, consolidando os dados observados a cada período de 30 dias, ou seja, as ações para obtenção de dados foram contabilizadas aos 360, 540 e 720 DAP.

No método direto qualitativo aplicou-se uma escala nominal, que consistiu na presença ou ausência da fenofase, sem preocupação com a quantificação de cada uma. O método indireto avaliou parâmetros quantitativos secundários dos indivíduos como base para estimativa das fenofases. Foram usados como métodos indiretos de avaliação o peso da matéria verde e o peso seco das estruturas como: caules, raízes e brotações. Para o peso seco utilizou-se estufa de secagem a 65 ° C, e para a observação das raízes dividiu-se as mesmas pelo tamanho, que variou de menor que 5,0 cm de comprimento, entre 5,0 – 10,0 cm e maior que 10,0 cm, pesando-as sempre em balança de precisão.

Ao final das observações houve o arranque e destruição amostral de alguns indivíduos para coleta de dados fenológicos, o que aconteceu em março de 2013, perfazendo dois anos de observação a campo de todas as parcelas.

O tempo total de observação das espécies foram 720 DAP (Dias Após o Plantio), sendo o mesmo dividido em 3 observações aos 360, 540 e 720 DAP. Todas as espécies foram plantadas em ambientes degradados. O plantio das espécies foi realizado em março de 2011 em quatro áreas degradadas e distintas do município de Picuí. As formas de degradação das áreas escolhidas observaram, ou acompanharam a forma como aconteceu o desenvolvimento econômico da região, ou seja, Picuí é uma cidade que no bojo de sua economia está a indústria ceramista, a exploração mineral, a construção recente de diversas estradas e a monocultura de algodão e sisal de um passado agrícola (ciclos) recentes em sua história. Ao final das observações (720 DAP) houve o arranque e destruição amostral de alguns indivíduos para coleta de dados, o que aconteceu em março de 2013, perfazendo dois anos de observação a campo de todas as parcelas.

As quatro áreas das parcelas catalogadas para este trabalho foram: a) área de Agricultura, b) área de retirada de Jazida para construção de estrada, c) área de Mineração e d) área de Lixão (deposição de resíduos sólidos da cidade de Picuí). Em todas as áreas foram implantadas as parcelas de quatro espécies vegetais, sendo uma da família das bromeliáceas: a macambira *Bromelia laciniosa* Mart. Schult; e três da família das cactáceas: o xique-xique *Pilosocereus gounellei* A. Weber K. Schum. Bly. Rowl, o facheiro *Pilosocereus pachycladus* Ritter e a palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill.

As hastes foram retiradas através de cortes parciais em plantas matrizes que ocorriam no entorno do experimento, uniformizadas em tamanhos de 60 a 70 cm aproximadamente (ver Figura 13) e submetidas a um período de cura compreendido entre 5 a 10 dias em média, onde as mesmas eram secadas à sombra de juremas pretas (*Mimosa hostilis*, Benth) preponderantes no ambiente. Cada parcela continha 100,0 m<sup>2</sup> (10,0 m x 10,0 m) e estavam subdivididas em 4 quadrantes. Os espaçamentos da Macambira, do Xique-xique e do Facheiro foram de 2,0 m x 1,0 m, deste modo teve-se 60 plantas na parcela, sendo 15 por quadrante. O espaçamento da Palma Forrageira de 1,0 m x 0,5 m, perfazendo 200 plantas por parcela, sendo 50 “raquetes” plantadas por quadrante.



Figura 13: Corte das hastes de xique-xique e de facheiro em tamanhos uniformes (entre 60 a 770 cm) e secagem à sombra (entre 5 a 10 dias) para favorecer a cicatrização (cura) no local do corte das hastes. Fonte: Pesquisa de campo, Picuí 2011/2013.

Em todas as áreas cujas parcelas foram implantadas a degradação do solo foi constatada através de verificação “*in loco*”, como se pode observar na figura 14. A ausência da cobertura vegetal e a presença de sulcos, voçorocas além do acelerado processo de erosão laminar decorrente da ação pluvial em anos seguidos.



Figura 14: Área degradada onde foi removida a camada superficial há 22 anos para retirada de jazida para construção de estradas. Notam-se ao fundo voçorocas e predominância de Juremas *Mimosa tenuiflora*. **Fonte:** Pesquisa de campo Picuí PB, 2011/2013.

A figura 15 apresenta uma parcela implantada de facheiro na área degradada onde houve a retirada da cobertura vegetal e da camada superficial do solo para construção da estrada. Nota-se o afloramento de rochas, característico dos neossolos da região, também chamada de Província Pegmatítica da Borborema, que é uma das mais importantes áreas geoeconômicas dos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, decorrente das inúmeras ocorrências minerais.

Todas as parcelas implantadas mostraram a mesma situação de: a) espaçamento 2,0 m x 1,0 m (exceto a palma forrageira; 1 m x 0,5 m); b) tipo de solo (Neossolo); c) tamanho de covas (0,30 cm x 0,30 cm x 0,30 cm); d) adubação (esterco bovino 1,0 Kg por cova); e) 04 quadrantes (repetições) f) implantadas em áreas decorrentes da ação antrópica.



Figura 15 – Facheiro *P. pachycladus* recém implantado na área degradada por retirada do solo para construção de estrada. **Fonte:** pesquisa de campo Picuí, 2011/2013.

Para o plantio preparou-se covas de aproximadamente 30,0 cm x 30,0 cm x 30,0 cm e adubou-se com cerca de 1,0 kg de esterco bovino curtido. A adubação seguiu metodologia utilizada em trabalhos de Dubeux Jr. et al.(2000), onde o mesmo afirma que em caso de culturas permanentes (que é o caso das espécies trabalhadas) é possível que a lenta disponibilização do N aplicado como esterco no solo seja suficiente para suprir as necessidades da planta ao longo de seu desenvolvimento. Um exemplo disso são os resultados obtidos em estudos realizados com palma forrageira, onde a utilização de esterco animal incrementou a produtividade desta cultura, sendo estes resultados superiores aos obtidos com o uso isolado de fertilizantes químicos. Portanto utilizou-se a mesma metodologia de adubação para as demais espécies.

Para o plantio da palma, os cladódios, foram oriundos de plantios próximos às áreas do experimento, sendo utilizada a variedade gigante. Os mesmos foram pesados cuja média dos cladódios obtiveram um peso médio de 790 g, obtidos a partir de médias de peso de 10 cladódios aleatórios pesados em balança eletrônica antes da implantação de cada parcela. Posteriormente fez-se a média geral de todas as parcelas. Os cladódios utilizados eram oriundos de plantios já existentes em propriedades próximas.

Já para a macambira, as plantas foram retiradas de formações (“partidos”) próximos, onde foram selecionados por tamanho e replantadas nas covas de mesma dimensões, recebendo também o mesmo tratamento das espécies anteriores no que se refere a adubação. Não houve a prática da irrigação ou “aguação” em nenhuma das espécies plantadas. As plantas apresentavam bom aspecto físico, sanitário e nutricional e procurou-se obter uma uniformidade no tamanho e porte das plantas quando da

implantação das parcelas. O arranquio das mesmas dentro da caatinga se deu através de uma ferramenta denominada de ‘gancho’ apropriada para o manejo desta espécie. Em muitos casos houve a necessidade da utilização de enxadas para preservar partes do sistema radicular.

A avaliação dos parâmetros de peso de matéria verde e seca das brotações de macambira, xique-xique, facheiro e palma em todas as áreas degradadas (4 tipos de degradação; Agricultura, Jazida de Estrada, Mineração e Lixão). Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com esquema fatorial 4 x 4 (quatro áreas e quatro culturas) com quatro repetições, após feita a análise de variância as médias das variáveis que apresentaram efeito significativo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Usou-se o programa operacional Assistat 7,7. De modo que ao final se pode avaliar que espécie adaptou-se melhor em cada área degradada.

Para a palma tem-se ainda a medição do IAA (Índice de Área dos Artículos). Essa medição se deu por amostragem, ou seja, de cada quadrante (sub-parcela) de cada área degradada (parcela) retirou-se as brotações (novos cladódios primários e secundários), de quatro plantas aleatórias e desenhou-se o seu contorno com canetas esferográficas em folhas de papel ofício, obtendo-se o formato real das raquetes, de modo que obteve-se uma área praticamente com as mesmas dimensões a da raquete extraída da palma do campo (Figura 16).

Posteriormente, todos os artigos desenhados foram escaneados e incluídos uma um no AUTOCAD 2012, software proprietário adquirido pelo IFPB Campus Picuí, destinado a criação de projetos de engenharia. Para calcular a área em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>) de cada raquete/cladódio, digitalizou-se o contorno das folhas com auxílio do programa supracitado, e em seguida foi calculado o valor da área do polígono irregular que representava cada artigo. Ao final o próprio programa informou o resultado final da medição, que era devidamente anotada para a elaboração das somas de todos IAA (Índice de Área dos Artículos) por quadrante e por área degradada (parcela) em que a palma havia sido plantada.

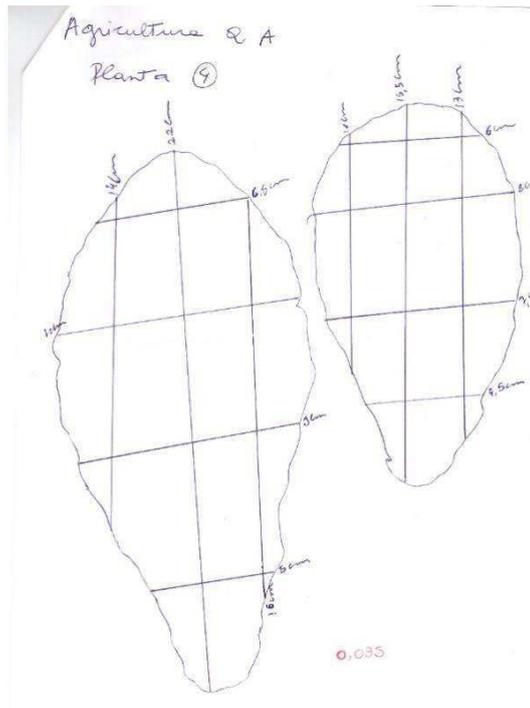


Figura 16: Contorno das palmas forrageiras, medidas e preparação para cálculo no AUTOCAD.

As áreas fotossintetizantes dos cladódios foram mensuradas a partir de sua projeção em papel A4 e seu posterior cálculo utilizando-se do programa AUTOCAD. Como cada cladódio possui estômatos e clorofila em ambos os lados, multiplicou-se a área encontrada por dois para consolidar o valor final em  $\text{cm}^2$  e depois procedeu-se a soma da área destes cladódios por parcela.

Para o cálculo da Taxa de Crescimento Absoluto, utilizou-se a seguinte fórmula matemática:  $\text{TCA} = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1) = \text{g dia}^{-1}$ , onde  $W$  é a massa seca das amostragens e  $T$  o intervalo de tempo entre estas amostragens. As avaliações foram feitas aos 360 e 720 DAP (Dias Após o Plantio). Para calcular a Taxa de Crescimento Relativo (TCR  $\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) utilizou-se a fórmula matemática:  $\text{TCR} = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1) = \text{g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , onde  $\ln$  é o logaritmo neperiano de  $W_1$  e  $W_2$  que representam a massa seca nos tempos  $T_1$  e  $T_2$ . Para calcular a Razão da Área dos Artículos, utilizou-se a fórmula:  $\text{RAA} = L / W = \text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , onde  $L$  é a área dos artigos e  $W$  a massa seca total da planta.

Quanto a Taxa Assimilatória Líquida - TAL, que é taxa fotossintética bruta, descontando a respiração (mais a fotorrespiração nas plantas C3). No caso da palma, além dos artigos, outros órgãos fotossintéticos podem ser levados em consideração para o cálculo desse índice. A fórmula trabalhada foi:  $\text{TAL} = \text{TCR} / \text{RAF} = \text{g dm}^2 \text{ dia}^{-1}$ .

A análise de crescimento é um método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, e se propõe acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, avaliada através da acumulação de matéria seca (FERRI 1979). Do ponto de vista biológico, a análise de crescimento é uma ferramenta indispensável para o melhor conhecimento das plantas como entidades biológicas que são independentes da exploração agrícola (BENINCASA, 1988).

Após a coleta de dados da primeira avaliação, as brotações foram colhidas aos, 360 e 540 DAP (Dias Após o Plantio) de idade deixando apenas os artículos primários na planta. Após o corte, determinaram-se os pesos das plantas escolhidas em balança eletrônica e coletaram-se os artículos que brotaram em 04 plantas vizinhas de diferentes quadrantes (sub-parcelas). Não houve a destruição do cladódio primário. Toda essa operação foi realizada por amostragem com o objetivo de determinar o teor de matéria verde e seca. As amostras foram encaminhadas para o laboratório de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), onde os artículos foram pesados em balança de precisão, em seguida ensacados em sacos de papel para secar em estufa de ventilação forçada de ar, a 65° C até atingir peso constante. A determinação de matéria seca foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Silva & Queiroz (2006).

Para a avaliação das raízes, utilizaram-se dois métodos. O método de escavação, que é usado na pesquisa de ecologia de raízes, para expor o sistema radical da planta "in situ", removendo o solo que cerca as raízes. A escavação foi realizada de modo a, após cavada uma trincheira mais distante da planta que se quer retirar, ir paulatinamente avançando ao centro gravitacional da planta, evitando a destruição das raízes laterais como ocorreu com a macambira (Figura 17).



Figura 17: Escavação e retirada da macambira para estudo do sistema radicular.  
Fonte: pesquisa de campo Picuí, 2011/2013.

Simultaneamente ao procedimento da escavação, foram feitas medições cuidadosas e tomada de imagens podem no sistema radicular através de fotografias (figura 18) com objetivo maior, de mensurar a distribuição das raízes no perfil do solo, verificando a profundidade total, as camadas de maior concentração. E também o método do monólito, que consiste na retirada de um volume conhecido de solo, na forma de um "bloco" de volume variável de acordo com o número de raízes formadas que ficaram agregadas ao solo, no qual as raízes são separadas por meio de lavagem com água, após a chegada ao laboratório, visando a obtenção da densidade de raízes formadas aos 720 DAP.



Figura 18: Método da escavação e monólito para retirada de raízes com o mínimo de danos.

Fonte: Pesquisa de campo Picuí, 2011/2013.

A avaliação do peso verde e seco das brotações de facheiro e xique-xique ocorreu através das observações mensais do desenvolvimento das plantas durante todo o período de 720 DAP (Dias Após o Plantio) das modificações que aconteceram com as hastes, principalmente no tocante a formação de biomassa apical ou lateral na dita haste de ambas as plantas. Ao final do período as brotações que se destacaram das hastes plantadas foram retiradas por meio de destruição, pesadas em balança eletrônica, para detecção do peso da matéria verde, e logo após levadas a secar em estufa de circulação forçada aos 65° C no laboratório de Engenharia Agrícola da UFCG para se encontrar o peso seco após a

homogeneização de seu peso após sua completa desidratação, em aproximadamente 15 a 21 dias.

No caso da macambira avaliou-se do peso das “cabeças” (parte central) e estolhos da macambira, procedeu-se da mesma maneira como com o facheiro e xique-xique, onde a parte central, denominada de “cabeça” e as folhas foram destacadas e levada para pesagem e secagem. Para todas as espécies foram destruídas quatro plantas por quadrante.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### Avaliação dos parâmetros de solo

Observou-se que o índice de pH não apresentou uma variação significativa entre os anos 1 e ano 2 (Tabela 1). Sendo assim, as amostras analisadas demonstraram que as áreas possuem solos com características levemente ácidos, atentando que, a área de Mineração possui o maior índice de acidez, com pH 5,14 registrado no segundo ano. Todos os resultados relativos a pH das áreas degradadas, variaram o seu índice entre 4,75 e 7,45. Entretanto temos que o pH observado nas análises realizadas na área testemunha (fragmento de caatinga preservada) aponta um pH bastante ácido 5,4 de média o que indica a mineralização da matéria orgânica.

Tabela 1. Índice de pH analisado nas áreas degradadas em estudo

Período	Índice de pH				
	Áreas degradadas				
	Agricultura	Jazida de Estrada	Lixão	Mineração	Testemunha
<b>1º Ano</b>	7.10 aA	6.76 aAB	6.59 aAB	5.57 aC	6.05 aBC
<b>2º Ano</b>	6.63 aA	7.45 aA	6.81 aA	5.14 aB	4.75 bB
<b>Média</b>	6.86	7.10	6.70	5.35	5.40

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No processo de decomposição da matéria orgânica há formação tanto de ácidos orgânicos como de inorgânicos. O ácido mais simples e encontrado em maior abundância é o carbônico, que resulta da combinação do óxido carbônico com a água. Por ser um ácido fraco não pode ser responsabilizado pelos baixos valores de pH do solo. Os ácidos inorgânicos, como os ácidos sulfúrico e nítrico, e alguns ácidos orgânicos fortes são potentes supridores de íons de hidrogênio do solo. A acidez do solo surge com o contato dos ácidos do solo com a solução aquosa, dissociando em ânion e hidrogênio. (VIEIRA, 1975).

Na avaliação do nutriente fósforo (P), visualizou-se um acréscimo significativo em todas as áreas degradadas, da seguinte forma: de 12,91 mg.dm<sup>-1</sup> para 17,00 mg.dm<sup>-1</sup> na área de Agricultura; 75,0 mg.dm<sup>-1</sup> para 170,08 mg.dm<sup>-1</sup> na área do Lixão; de 6,00

mg.dm<sup>-1</sup> para 39,83 mg.dm<sup>-1</sup> na área de Mineração; de 1,43 mg.dm<sup>-1</sup> para 17,66mg.dm<sup>-1</sup> na área da Jazida da Estrada; e de 30,25 mg.dm<sup>-1</sup> para 36,4 mg.dm<sup>-1</sup> (Gráfico 1).

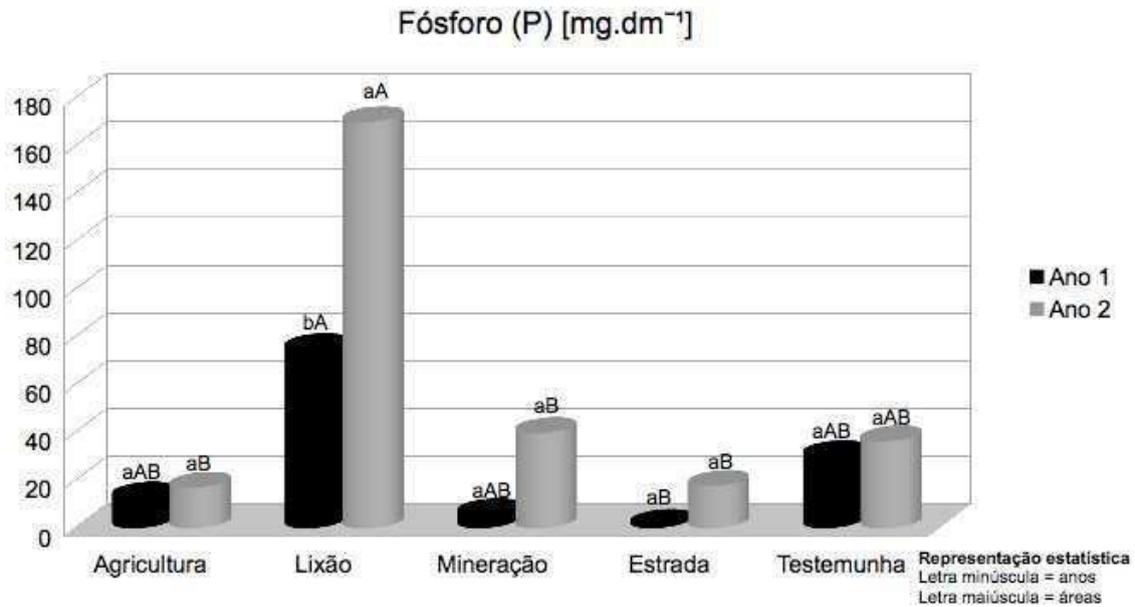


Gráfico 1: Teores de Fósforo em áreas degradadas após 720 dias.

Sabe-se que o fósforo é liberado dos reservatórios - as rochas de fosfato, depósitos de guano (excremento de aves) e depósitos de animais fossilizados - por erosão natural e filtração, e através da mineração e do uso como adubo pelo homem (LIMA et al, 2000). Por ser o lixão um depósito de resíduos sólidos de toda a natureza (sem tratamento) pode ter havido alguma contaminação da amostra ou interação de algum elemento a base de fósforo que diferenciou significativamente das demais.

Em todas as plantas sobreviventes houve desenvolvimento radicular, o que pode ter incrementado o aparecimento de fungos que ajudaram na absorção de P pelas cactáceas.

Os fungos que formam as micorrizas arbusculares (MAs) são de ocorrência generalizada na maioria das espécies de plantas, e não apresentam especificidade hospedeira; mas sua capacidade em promover o crescimento da planta pode variar em razão do fungo, da planta, e do ambiente (SMITH & GIANINAZZI-PEARSON, 1988). Isto ocorre devido a diferenças no grau de infectividade, e na eficiência das diferentes espécies de fungos em promover a absorção de P pelas raízes. Esse fato está amplamente documentado em relação a uma imensa variedade de espécies vegetais. Miranda et al.

(1989) mostraram que a inoculação de fungos micorrízicos no sorgo aumentou a produção de matéria seca da parte aérea e os teores de P e N.

Tabela 2. Análise comparativa dos teores de potássio nas áreas degradadas em estudo em (cmolcdm-3).

Período	Teores de Potássio (cmolcdm-3)				
	Áreas degradadas				
	Agricultura	Jazida de Estrada	Lixão	Mineração	Testemunha
1º Ano	0.42 bA	0.50 aA	0.32 aA	0.18 aA	0.39 aA
2º Ano	1.83 aA	0.44 aA	0.29 aA	0.29 aA	0.30 aA
Média	1.125	0.47	0.30	0.23	0.34

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A área de mineração teve menor valor de K quando se refere a comparação entre os anos, todavia não há diferença quanto às áreas. Os teores são satisfatórios, porém não existe uma melhora significativa entre os anos estudados em nenhuma área degradada. O intervalo de tempo de 720 dias entre as análises é considerado relativamente pequeno no que diz respeito a recuperação de solos em áreas extremamente degradadas como as em questão.

O nutriente potássio está diretamente relacionado com a característica do material de origem, bem como com a disponibilidade hídrica, onde o teor de água no solo afeta a difusão e o gradiente de concentração do potássio (ERNANI, 2007).

Áreas degradadas são aquelas que perderam sua capacidade de produção, sendo difícil retomar a um uso econômico. As principais atividades degradadoras são: agricultura, mineração e urbanização. A recuperação da área degradada é o retorno do local a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para uso do solo, implicando em uma condição estável, que será obtida em conformidade com valores ambientais, econômicos e sociais. A metodologia de recuperação com espécies vegetais tendem a serem promissoras onde as espécies estejam em conformidade com o ambiente e que as práticas e manejos envolvidos priorizem a matéria orgânica do solo e a manutenção da água no ecossistema (LACERDA, 2012).

Avaliando o íon de cálcio presente nos solos verificou-se que não houve variação de sua presença entre os anos, todavia este variou entre as áreas, (tabela 3). Segundo Dechen (2007), a fonte primária de cálcio na natureza são as rochas calcárias, que, devido à ação de agentes diversos, sofrem intemperismo, o qual provoca erosão, levando os sais

de cálcio para o solo. A área testemunha apresentou os menores teores de cálcio, seguidas pelas áreas de mineração e de retirada de jazida para construir estrada tiveram os menores e maiores teores respectivamente.

Tabela 3. Teores de cálcio analisados nas áreas degradadas em estudo

Período	Teores de Cálcio				
	Áreas degradadas				
	Agricultura	Jazida de Estrada	Lixão	Mineração	Testemunha
1º Ano	7,23 aA	7,40 aA	3,49 aA	3,20 aA	3,90 aA
2º Ano	7,34 aA	7,20 aA	4,16 aAB	3,87 aAB	1,65 aB
Média	7,28	7,30	3,82	3,53	2,77

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando o nutriente magnésio, encontrou-se diferença quando comparadas as áreas degradadas, (Tabela 4), onde as área de destaque foram mineração (ano 1) e estrada (ano 1).

O magnésio (Mg) é o 8º mineral mais abundante na crosta terrestre e seu conteúdo nos solos varia de 0,1% em solos de textura grossa e arenosa, em regiões úmidas, até 4% em solos de textura fina, em regiões áridas ou semiáridas, formados a partir de rochas com alto teor de magnésio (DECHEN, 2007).

Tabela 4. Teores de magnésio analisados nas áreas degradadas em estudo

Período	Teores de Magnésio				
	Áreas degradadas				
	Agricultura	Jazida de Estrada	Lixão	Mineração	Testemunha
1º Ano	3,45 aB	4,54 aB	9,00 aA	8,76 aA	2,00 aB
2º Ano	2,49 aBC	6,09 aAB	6,28 bAB	8,26 aA	0,80 aC
Média	2,97	5,31	7,64	8,51	1,40

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A CTC é a capacidade do solo em segurar alguns nutrientes, como Ca, Mg e K no seu nível de acidez atual. Nesta análise, houve diferença entre as áreas (Tabela 5), sendo que, na área de agricultura não houve alteração entre os anos. O intervalo de tempo para observar uma efetiva recuperação do solo degradado é muito curto.

O que evidenciou-se foi oscilações de acréscimos e decréscimos nos teores das bases trocáveis durante as análises. Na área do lixão verificou-se acréscimo de 2,77  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ ; e as áreas de mineração, estrada e a área testemunha apresentaram uma redução de 2,94  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ ; 2,72  $\text{cmolc.dm}^{-3}$  e 6,92  $\text{cmolc.dm}^{-3}$  respectivamente. A testemunha de todos os índices apresentou o pior entre os resultados.

Saturação por bases (V%) é a porcentagem de íons benéficos aderidos quimicamente à parte mineral do solo. Quanto maior esse valor, mais nutrientes a planta tem para absorver (PRIMAVESI, 2002). Observa-se que houve um acréscimo de um ano para o outro nas áreas de mineração, jazida de estrada, lixão e testemunha, enquanto nas áreas de agricultura houve redução, porém não significativa estatisticamente.

Tabela 5. CTC do solo avaliados nas áreas degradadas em estudo.

Período	CTC do solo (V%)				
	Áreas degradadas				
	Agricultura	Jazida de Estrada	Lixão	Mineração	Testemunha
1º Ano	94.50 aA	93.33 aA	80.26 aAB	65.11 bBC	53.00 aC
2º Ano	82.75 aA	86.50 aA	83.58 aA	85.50 aA	56.00 aB
Média	88.62	89.91	81.92	75.30	54.50

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos. Os solos podem ser divididos de acordo com a saturação por bases: solos eutróficos (férteis) =  $V\% \geq 50\%$ ; solos distróficos (pouco férteis) =  $V\% < 50\%$ . A limitação de nossa região é hídrica.

Com relação a Matéria Orgânica (MO) neste experimento todas as áreas tiveram aumento significativo em seu índice, de um ano para o outro após o plantio das espécies, (tabela 6). Quanto mais matéria orgânica, maior a probabilidade de haver nitrogênio, enxofre e micronutrientes no solo, bem como, uma maior capacidade de retenção de nutrientes, melhor porosidade e maior capacidade de suportar solos salinos (PRIMAVESI, 2002).

A matéria orgânica é importante na recuperação de áreas degradadas, exercendo forte influência nas propriedades físicas do solo, daí ser classificada por certos autores

como material melhorador do mesmo e não como fertilizante, fornecedora de nutrientes (KIEHL, 1985).

Sabe-se que a MO tem efeito direto sobre as características físicas, químicas e biológicas do solo, sendo considerada uma peça fundamental para a manutenção da capacidade produtiva dos solos em qualquer ecossistema terrestre. Do aspecto físico a MO melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração permitindo maior penetração e distribuição das raízes.

Tabela 6. Teores de Matéria orgânica em g.Kg<sup>-1</sup> encontrado nas áreas degradadas após 2 anos de implantação das espécies.

Período	Matéria orgânica (g.Kg <sup>-1</sup> )				
	Áreas degradadas				
	Agricultura	Jazida de Estrada	Lixão	Mineração	Testemunha
1º Ano	9.70 aB	8.80 bA	4.52 aB	5.74 bB	35.89 aA
2º Ano	12.57 aAB	10.06 bA	8.35 aB	6.71 bB	36.81 aA
Média	11.13	9.43	6.43	6.22	36.35

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Pesquisa de campo Picuí, 2011/2013.

O isolamento da área, através do cercamento, que simulou um sistema de regeneração natural nas áreas de plantio das espécies, pode ter contribuído para um aporte da matéria orgânica nas áreas. A MOS (Matéria Orgânica do Solo) atua diretamente sobre a fertilidade do solo que constitui a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, como também indiretamente, através da disponibilidade, evitando suas perdas. No aspecto biológico a MO aumenta a atividade da biota do solo (organismos presentes no solo), sendo fonte de energia e de nutrientes para a mesma.

### **Pluviograma do período estudado (2011/2013)**

Analisando a distribuição de toda a chuva caída no período do experimento tem-se uma visão mais ampla a partir da visualização da Figura 19, onde vê-se claramente que (de acordo com os dados coletados da AESA, 2013) houve uma boa precipitação na época do plantio das espécies (março 2011), e um outro período com baixas precipitações ao longo do desenvolvimento das mesmas. Observa-se também a falta de precipitação como

sendo um fator limitante e um dos influenciadores na diminuição desse índice durante as seguintes observações aos 540 e 720 DAP.

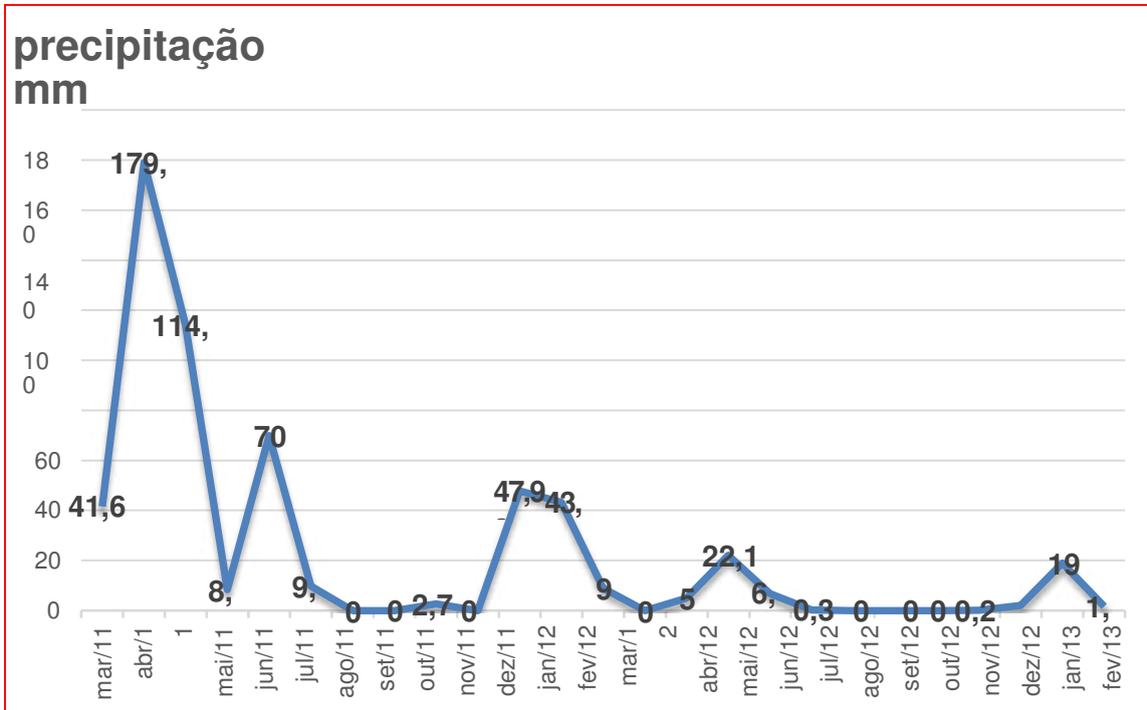


Figura 19: Pluviograma dos 24 meses estudados no município de Picuí.

Fonte: AESA/CAGEPA, 2013.

Em alguns momentos notou-se que as espécies tendem a dar respostas de acordo com os picos de pluviosidade, porém em outros, observou-se que as cactáceas, nem sempre na totalidade dos indivíduos estudados em cada parcela, captaram as mudanças nas condições climáticas, ou seja, aos 720 DAP as respostas fenológicas são moderadas em relação aos indicadores pluviométricos observados (Vide dados nos gráficos de floração e frutificação).

As cactáceas são totalmente adaptadas às condições de baixos índices pluviométricos, por isso a escolha da espécie para essa pesquisa, e também por já fazer parte da paisagem da região, pois segundo Leal et al (2005) a Caatinga é um mosaico de plantas xerófilas e caducifólias que cobrem a maior parte dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e a parte Nordeste de Minas Gerais, no vale do Jequitinhonha. Estendendo-se por cerca de 735.000 km<sup>2</sup>, a esse Bioma é limitado a leste e a oeste pelas florestas Atlântica e Amazônica, respectivamente, e ao sul pelo Cerrado.

Sendo uma ecorregião semiárida única no mundo, a Caatinga é provavelmente o bioma brasileiro mais ameaçado e já transformado pela ação humana. Além de ser exclusivamente brasileira, a Caatinga cobre uma porção significativa do território nacional: 11.67% se contarmos com as áreas de transição para outros biomas (THE NATURE CONSERVANCY DO BRASIL E ASSOCIAÇÃO CAATINGA 2000).

**Índice de sobrevivência das espécies**

Ao final dos 720 DAP pode-se observar que as plantas apresentaram dois comportamentos distintos. As macambiras plantadas nas áreas degradadas por estrada e agricultura obtiveram índices de sobrevivência que atingiram 82 % e 75 % respectivamente, enquanto as áreas de lixão e mineração ficaram com os menores índices, atingindo apenas 45 % e 38 % respectivamente (Tabela 7). Provavelmente devido as mesmas terem sido retiradas de áreas sombreadas, enquanto as demais foram retiradas de partidos mais expostos ao sol.

Tabela 7: Índices de sobrevivência das espécies por áreas degradadas aos 360, 540 e 720 DAP

ESPÉCIES	ÁREA	(360 DAP)	(570 DAP)	(720 DAP)
FACHEIRO	AGRICULTURA	98,0%	88,0%	80,0%
FACHEIRO	JAZIDA ESTRADA	91,0%	85,0%	75,0%
FACHEIRO	LIXÃO	76,0%	43,0%	40,0%
FACHEIRO	MINERAÇÃO	66,7%	60,0%	50,0%
MACAMBIRA	AGRICULTURA	88,0%	80,0%	75,0%
MACAMBIRA	JAZIDA ESTRADA	97,0%	90,0%	82,0%
MACAMBIRA	LIXÃO	95,0%	48,0%	45,0%
MACAMBIRA	MINERAÇÃO	66,7%	55,0%	38,0%
PALMA	AGRICULTURA	100,0%	98,0%	95,0%
PALMA	JAZIDA ESTRADA	100,0%	98,0%	95,0%
PALMA	LIXÃO	87,0%	83,0%	83,0%
PALMA	MINERAÇÃO	77,5%	54,0%	45,0%
XIQUE-XIQUE	AGRICULTURA	98,0%	95,0%	90,0%
XIQUE-XIQUE	JAZIDA ESTRADA	100,0%	100,0%	100,0%
XIQUE-XIQUE	LIXÃO	90,0%	88,0%	86,0%
XIQUE-XIQUE	MINERAÇÃO	100,0%	100,0%	95,0%

Há poucas referências no que se trata do plantio (ou transplântio) de espécies de bromélias xerófilas. Encontrou-se relato de Silva (2006) sobre a situação das plantas dessa

família, plantadas na forma de ornamentais em praça pública na cidade de Teresina - PI, onde a mesma afirma que dentre todos os indivíduos existentes na praça, a espécie que se encontrou melhor representada em um universo de 122 indivíduos, com mais exemplares foi: *Bromélia laciniosa* (24,59%), e sobre o valor visual observou-se que do percentual de sobrevivência detectado, os indivíduos encontravam-se em bom estado fisiológico quanto à estética com destaque para 60% dos indivíduos da espécie macambira.

Já Bessa (1982) relata os experimentos realizados por J. Júlio da Ponte e J. Tarquínio Prisco, realizados na Universidade Federal do Ceará, cujas bases dessas pesquisas aconteceram comparando-se o desenvolvimento de plantas de macambira multiplicadas por sementes e por estolhos, aonde os mesmos chegaram a constatar que as plantas provenientes de estolhos tiveram crescimento mais rápido.

Nas áreas degradadas as estacas ou hastes de xique-xique, obtiveram excelentes níveis de sobrevivência todos acima de 85,0 % (área de lixão), e aqueles que foram plantados nas áreas de agricultura e mineração, chegaram a 90,0 e 95,0 % respectivamente aos 720 DAP, sendo a área de agricultura a melhor com 100,0 % de sobrevivência.

O xique-xique apresentou altos índices de sobrevivência em praticamente todos os espaços antropizados onde foi plantado, demonstrando uma grande adaptabilidade aos solos rasos e a baixa pluviosidade e adaptação também aos altos graus de xerofitismo apresentado nos ambientes trabalhados. Pereira (2010) estudando a espécie encontrou índices altos de sobrevivência em áreas degradadas na região do Cariri paraibano aos 270 DAP onde se atingiu mais de 80,0 % de sobrevivência para as condições de Cabaceiras. Observou-se um período de cura das hastes, que compreendeu aproximadamente dez dias entre o corte e o plantio efetivo das hastes, o que pode ter contribuído para o baixo número de patógenos, funcionando assim como uma etapa necessária a garantia de um bom stand de plantas viáveis no campo.

Em consequência dos seus diferentes usos, o xique-xique, entre outras cactáceas, sofrem constante ação antrópica (LUCENA et al., 2012). As populações dessa espécie têm sido drasticamente afetadas pela exploração insustentável e por processos de desertificação, de modo que muitas delas passaram a correr risco de extinção. Dessa forma, o desenvolvimento de tecnologias sobre métodos de propagação de cactáceas é, além de uma alternativa fundamental à multiplicação de várias espécies, uma ferramenta indispensável aos programas de melhoramento genético e de conservação, visando à

manutenção da biodiversidade e redução do extrativismo (ROJAS-ARÉCHIGA; NASCIMENTO, 2011).

A multiplicação de cactáceas pode ser realizada por sementes e por propagação vegetativa. A primeira, devido ao baixo custo de produção, representa uma alternativa viável para os países que carecem de alta tecnologia para o aproveitamento comercial dos recursos genéticos vegetais (REYES, 1994). Poucos estudos estão disponíveis na literatura sobre germinação de sementes e produção de mudas de xique-xique (NASCIMENTO, 2011; ABUD et al., 2012).

Ao se avaliar o índice de sobrevivência do facheiro *P. pachycladus*, observou-se que o mesmo sobreviveu e se desenvolveu melhor nas áreas antropizadas de agricultura e jazida de estrada, onde obtiveram índices entre 80,0 e 75,0 % de sobrevivência, enquanto as áreas antropizadas por mineração e lixão, do montante plantado sobreviveram apenas 50,0 e 40,0 % respectivamente. A queda nos índices de sobrevivência deve-se a diminuição dos índices pluviométricos no segundo ano de implantação do plantio. Os solos destas áreas eram rasos e mais arenosos. Notou-se o facheiro mais susceptível às podridões provocadas por patógenos, o que diminuiu os índices de sobrevivência dessa espécie.

Alguns fatores foram relacionados com os altos índices de sobrevivência da palma forrageira em áreas degradadas, entre eles destaca-se: O período da cura dos cladódios antes do plantio; a boa sanidade dos cladódios dos palmais de onde foram retirados; a capacidade de usar a água com eficiências das cactáceas e em especial a palma forrageira e também o aporte de matéria orgânica (esterco) como adubação de base quando do plantio desta espécie (Figura 20A e 20B).



Figura 20A e 20B: Implantação da parcela experimental da Palma forrageira em área de lixão do município de Picuí e 360 DAP na área de estrada.

Coveamento um pouco mais profundo que o convencional, adubação orgânica e o cuidado com a sanidade e a cura das “raquetes” foram tratos culturais que fizeram a diferença para a garantia de um “stand” mais uniforme quando do plantio de palma forrageira, mostrando que quanto mais houver tecnologias a serem aplicadas na cultura, ela responderá com produtividade, mesmo em áreas degradadas.

A palma forrageira apresentou os melhores valores para sua sobrevivência quando plantada nas áreas degradadas por estrada e agricultura, onde conseguiu índices de até 95,0 % de sobrevivência em ambas aos 720 DAP. Por possuírem os mesmos valores, as curvas do gráfico estão sobrepostas. Já a área de mineração obteve um bom resultado, chegando a apresentar apenas 45,0 % de sobrevivência. Porém a palma é uma importante planta forrageira e não se deve descartar seu uso como uma ferramenta para ser trabalhada em áreas antropizadas.

Pereira (2010) em pesquisa no Assentamento Serra do Monte na cidade de Cabaceiras - PB atestou por meio de pesquisa de campo que o problema é cultural, quando os assentados responderam questionários afirmando que se utilizavam das cactáceas para arrastar seus animais em períodos de estiagem intensa, porém nunca haviam plantado essas espécies (exceto a palma forrageira - *Opuntia ficus-indica*) de forma a repor a biomassa retirada nessa prática. Ficando patente a máxima de que algumas espécies são tratadas de forma extrativista e não com o “status” de uma lavoura xerófila.

### **Desenvolvimento fenológico das espécies em áreas degradadas até os 720 DAP (Dias Após o Plantio).**

Aos 720 DAP, tem-se que a partir das observações feitas em todas as áreas, a macambira florou e frutificou apenas na área de agricultura (Figura 21). O transplante da macambira de sua ocorrência natural nos lajedos e touceiras em solos rasos ocasionou um período de aclimação onde sua sobrevivência está diretamente relacionada com o cuidado com a massa radicular, de forma que a mesma possa se estabelecer em um novo habitat. Notou-se também que as macambiras que eram oriundas de áreas sombreadas sentiram sobremaneira os efeitos do transplante para as áreas em estudo, ocasionando com isso um elevado índice de mortalidade – até 55 %, acompanhado por uma espécie de “mimetismo” onde se observou uma mudança na coloração da macambira de verde para lilás em suas folhas decorrente da exposição solar. Muitas após essa mudança vieram a fenececer.

Não existe literatura que trate exclusivamente de acompanhamento do desenvolvimento fisiológico e fenológico de bromélias xerófilas transplantadas. É rara a presença de indivíduos jovens isolados em populações de bromélias do gênero *Encholirium* (macambira de flecha), indicando que o estabelecimento de plântulas é difícil para a maioria das espécies. Normalmente, tais plantas apresentam propagação vegetativa, formando grandes touceiras (CAVALLARI, 2004).



Figura 21 – Floração e frutificação da macambira plantada em áreas degradada por agricultura (monocultivo de algodão e sisal) 720 DAP.

### **Folhas da macambira**

A análise das folhas não diferiu quando analisadas estatisticamente em blocos casualizados. Porém promovem aporte de biomassa que pode chegar aos 1.916,68 kg de matéria verde e até 1.340,5 kg de matéria seca por hectare (Tabela 8).

Tabela 8- Peso seco e úmido de amostras das folhas de macambira.

<b>Áreas degradadas</b>	<b>Macambira Folhas</b>	
	<b>Peso úmido</b>	<b>Peso Seco</b>
<b>Agricultura</b>	467,48 a	326,95 a
<b>Jazida de Estrada</b>	513,71 a	302,51 a
<b>Lixão</b>	281,90 a	157,60 a
<b>Mineração</b>	283,70 a	169,30 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **Parte central (“cabeça”) da macambira**

A macambira além das brotações, ainda pode ofertar a parte central onde suas folhas se aglomeram. É a parte da planta, rica em elementos nutritivos, utilizada na alimentação. É constituída pelo caule reduzido (roseta) e pela base dilatada das folhas as quais dispostas em rosetas tomam a forma de um bulbo denominada de “cabeça”. (BESSA, 1982) (Figura 22).

Mesmo sendo oriundas de transplântio, observou-se um desenvolvimento de forma generalizada nas macambiras, onde as sobreviventes emitiram novas folhas e “engrossaram” a estrutura basal.

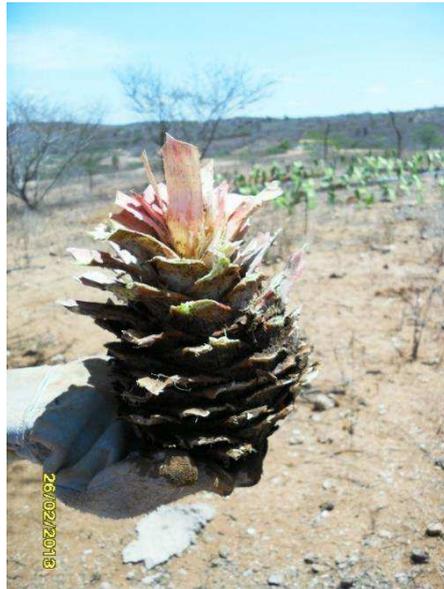


Figura 22: Detalhe da “cabeça” da macambira onde se avaliou o seu peso úmido e seco, após 720 DAP.

Ao avaliar a cabeça da macambira observou-se que não houve variação significativa estatisticamente das amostras em relação ao seu peso seco e úmido (verde) em gramas.

Tabela 7- Peso seco e úmido de amostras de cabeças de macambira.

Áreas degradadas	Macambira “cabeça”	
	Peso úmido	Peso Seco
Agricultura	616.25 a	255.91ab
Jazida de Estrada	500.00 a	342.50 a
Lixão	400.00 a	261.94 ab
Mineração	350.00 a	140.00 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **Acompanhamento Fenológico de Floração e Frutificação do Xique-xique.**

Na área degradada por agricultura o facheiro obteve os melhores índices de floração e frutificação comparando-se as demais áreas degradadas onde as hastes do mesmo foram também plantadas. Observa-se que a propagação vegetativa por estacas ou hastes é de fato uma excelente ferramenta para a multiplicação das cactáceas colunares em áreas degradadas e com baixos índices pluviométricos (Figura 23).

O acompanhamento dos índices pluviométricos de forma concomitante com o desenvolvimento fisiológico do facheiro é importante à medida que se observa um eficiente uso da água por esta espécie, que mesmo sob baixos volumes de chuva, aproveita suas reservas para dar continuidade ao seu desenvolvimento e produzindo frutos, mais de 12 na área de agricultura mesmo no período de menos chuva.

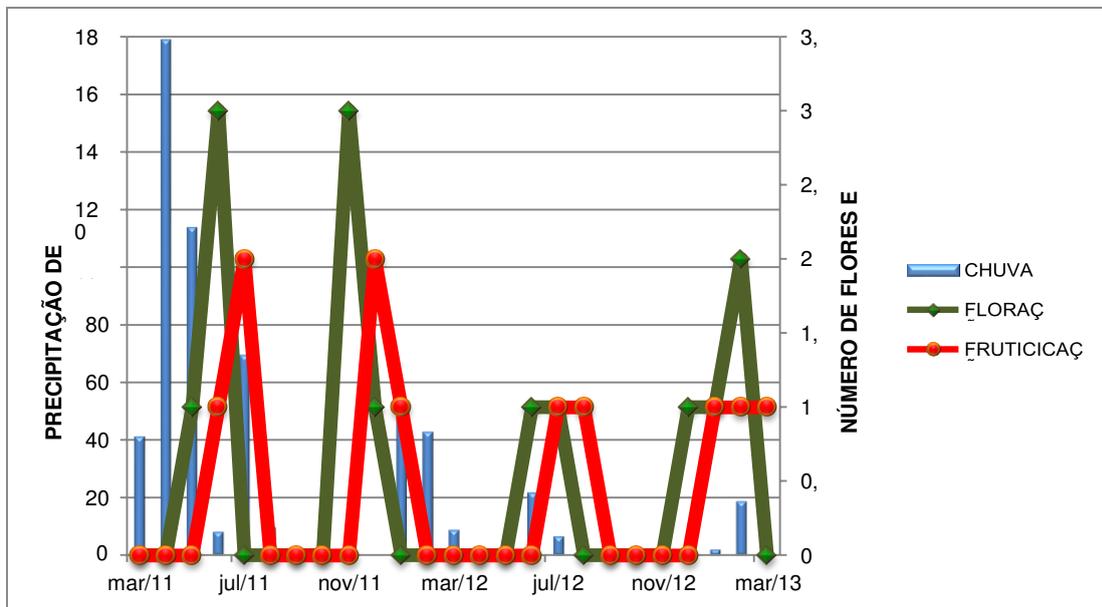


Figura 23: Acompanhamento das fenofases da floração e frutificação em *Pilosocereus gounellei* em área degradada por agricultura (monocultivo algodão e sisal).

Pereira (2009) que trabalhou com cactáceas como o *Cereus hildmannianus* afirmou em suas pesquisas com fenologia, que esta espécie apresentou um período de produção de flores (floração) mais extenso que o mencionado pela literatura. A espécie apresentou seus picos de atividade e intensidade durante os meses de maior precipitação pluviométrica, apesar disso, não foi verificada nenhuma correlação entre a pluviometria e a produção de flores.

Poucos estudos feitos especificamente sobre fenologia na família foram realizados na década passada por Ruiz et al., (2000). Neste trabalho, os autores estudaram a

fenologia de quatro Cactaceae colunares: *Cereus hexagonus* (L.) Mill., *Pilosocereus* sp., *Monvillea* cf. *smithiana* [= *Praecereus euchlorus* ssp. *diffusus* (Britton & Rose) N.P. Taylor] e *Stenocereus griseus* (Haw.) Britton & Rose, em Tatacoa, região dos Andes na Colômbia. Segundo os estudos, a floração de todas as espécies foi prolongada e as mesmas mostraram padrões bimodais, multimodais ou irregulares, não havendo correlação significativa entre a precipitação e a formação de flores e frutos.

Estudando a fenologia de uma área de Caatinga no Cariri Paraibano, Quirino (2006) contemplou em seu trabalho cinco espécies de Cactaceae: *Cereus jamacaru* DC., *Melocactus zehntenri* (Britton & Rose) Luetzelb., *Pilosocereus chrysostele* (Vaupel) Byles & G.D. Rowley, *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley e *Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy, concluindo que a floração das espécies varia de anual a contínua, com duração de breve a longa.

Entretanto, para as espécies pertencentes ao mesmo gênero, como foi o caso das do gênero *Pilosocereus*, observou-se que os padrões de floração e frutificação foram semelhantes, o que segundo Ruiz et al, (2000) e que poderia estar sendo influenciado por fatores endógenos, a exemplo das relações filogenéticas.

De acordo com os dados pluviométricos, a planta utilizou a água da chuva para completar seu ciclo e emitir floração e conseqüente frutificação. Alguns mecanismos são observados como a proliferação dos tricomas (Figura 24) e o seu entumescimento a partir da informação recebida das alterações da umidade relativa de seu entorno, ou mesmo de prováveis “garoas” ou orvalhadas mais significativas nas madrugadas seridoenses, que funcionam como uma informação preciosa para a planta ajustar seu mecanismo metabólico e canalizar seus esforços para a perpetuação da espécie, através da formação de seus frutos e do desenvolvimento de suas sementes, que conterà a carga genética da geração futura.



Figura 24: Formação de tricomas em *Pilosocereus gounellei* plantado em áreas degradadas.

Recentemente, Lima (2007) avaliou os padrões fenológicos de cinco espécies de Cactaceae *Arrojadoa rhodantha* (Guerke) Britton & Rose, *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*, *Harrisia adscendens* (Guerke) Britton & Rose, *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley subsp. *gounellei* e *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P. não encontrando correlação efetiva entre precipitação e modificações fenológicas representativas.

Já Pereira (2009) trabalhando na restinga de Santa Catarina com *Cereus hildmannianus* concluiu que não foi encontrada correlação entre os eventos fenológicos e a precipitação, porém havendo correlação positiva significativa entre temperatura e a fenofase de floração, sugeriu a possibilidade de tais eventos biológicos estarem relacionados com esta variável.

Taylor & Zappi (2004) na RPPN Maurício Dantas, no semiárido Pernambucano, localizada nos municípios de Betânia e Floresta, relacionando principalmente com a precipitação, concluindo que, com exceção de *Tacinga palmadora*, apresentou correlação com a precipitação, onde a maioria floresce e frutifica sempre no final da estação seca para o início do período chuvoso.

Na área de jazida de estrada, mais uma vez corroborando com Pereira (2009) e Taylor & Zappi (2004), não encontrou-se um padrão definido que correlaciona diretamente, e de forma generalizada, a quantidade de flores que geraram frutos a partir das hastes sobreviventes das parcelas plantadas com xique-xique. Apesar de um alto índice de sobrevivência da espécie neste experimento, não houve, nas contagens realizadas durante o período de estudo (720 DAP) houve floração e frutificação para o

xique-xique nessa área de estrada cuja contagem apontou um total de 8 flores e 7 frutos para o período.

As contagens realizadas durante o período de estudo na área de jazida de estrada, também não denotam uma correlação, apesar dos primeiros eventos pluviométricos ocorrerem quando ainda as hastes estavam no período “pós-plantio”, havendo ainda reservas que contribuíram para o seu estabelecimento e sobrevivência. As florações e frutificações ocorreram sem uma correlação efetiva com as chuvas para o xique-xique nessa área.

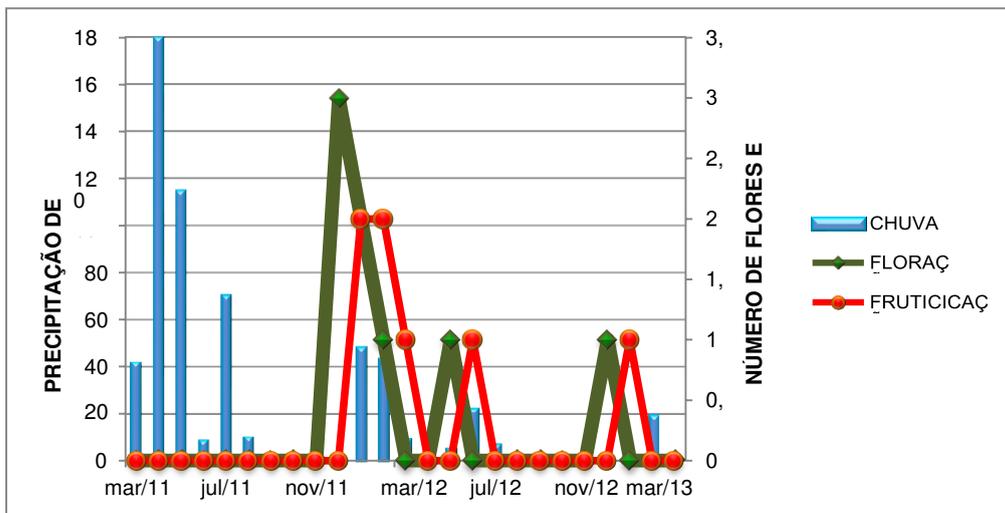


Figura 25: Acompanhamento das fenofases da floração e frutificação em *Pilosocereus gounellei* em área degradada por jazida de estrada.

Na área de mineração observou-se ao longo dos 720 DAP 27 florações e 26 frutificações nas hastes plantadas de xique-xique, sendo a área degradada onde a espécie apresentou com melhor desempenho fisiológico destas fenofases estudadas. Esse percentual chega a 45,0 % de floração e 43,3 % de frutificação ao longo dos 720 DAP.

Mesmo com índices pluviométricos menores, houve uma maior floração e frutificação no segundo ano da espécie em áreas degradadas por mineração, o que mais uma vez coaduna com as opiniões de alguns autores que afirmam que necessariamente as cactáceas não acompanham a pluviosidade para desenvolverem fenofases, como demonstrou Ruiz et al., (2000). Essa correlação foi encontrada à medida que se registra flores abortadas e frutos que se desenvolveram a contento nas áreas degradadas, até os 720 DAP (Figura 26).



Figura 26: Registro de fenofases de floração e frutificação em *Pilosocereus gounellei* plantado em áreas degradadas do Seridó paraibano.

Com relação a este aspecto, parece existir uma tendência entre a variável temperatura e a fenofase de floração, indicando a possibilidade de tais eventos biológicos estarem relacionados com esta variável. Tal tendência foi observada através da correlação positiva entre a floração e a variação de temperatura ao longo do período estudado e avaliado por Pereira, (2009), que trabalhando com o *Cereus hildmannianus* verificou um período de floração mais extenso que o mencionado pela literatura, com picos de atividade e intensidade durante os meses de maior precipitação pluviométrica.

A menor produção de frutos em relação ao número de flores observadas ao longo da fenofase de floração está muito provavelmente relacionada com o sistema reprodutivo de *Cereus hildmannianus*. Porém, outros fatores podem ser cogitados para a razão frutos/flores encontradas, sendo a predação dos botões por parte de insetos locais o maior efeito desta queda (PEREIRA, 2009).

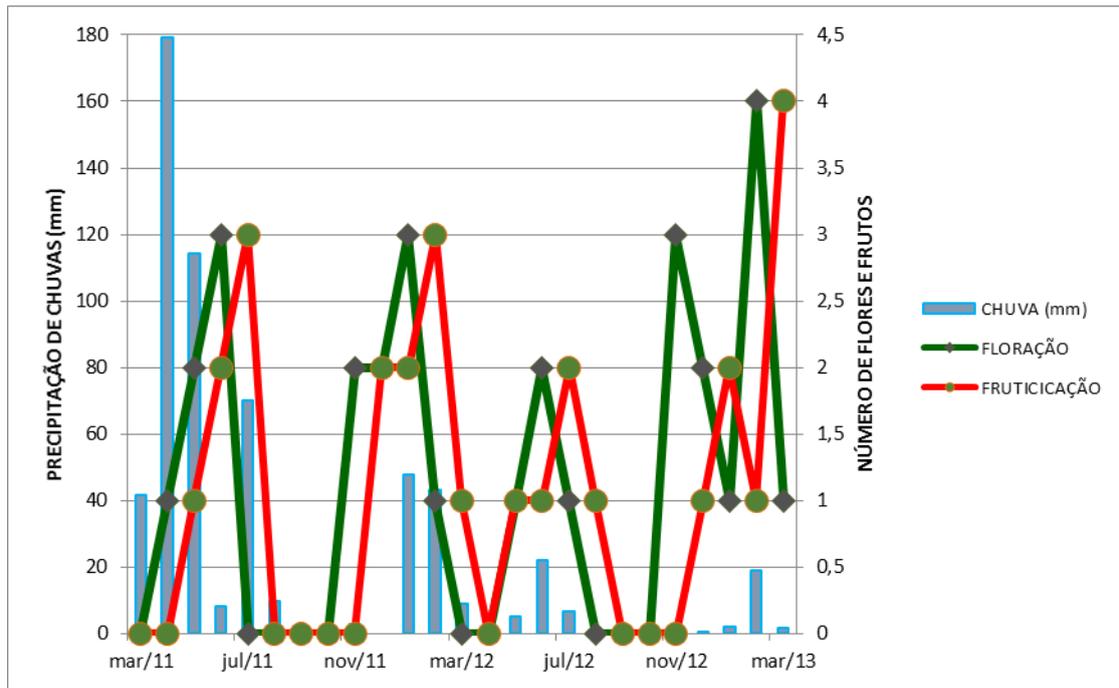


Figura 27: Acompanhamento das fenofases da floração e frutificação em *Pilosocereus gounellei* em área degradada por mineração.

Portanto, não se têm definidas ainda fases específicas que atestem períodos fixos de mudanças fisiológicas nas cactáceas nos mais diferentes biomas onde as mesmas foram estudadas. Sendo inúmeras as variáveis que podem influenciar esse mecanismo, cabendo mais estudos para que esses mecanismos sejam compreendidos.

O segundo melhor desempenho em floração e frutificação aconteceu na área de deposição de Resíduos Sólidos - Lixão, onde o xique-xique apresentou 21 florações e 18 frutificações para o período estudado - 720 DAP (Figura 28).

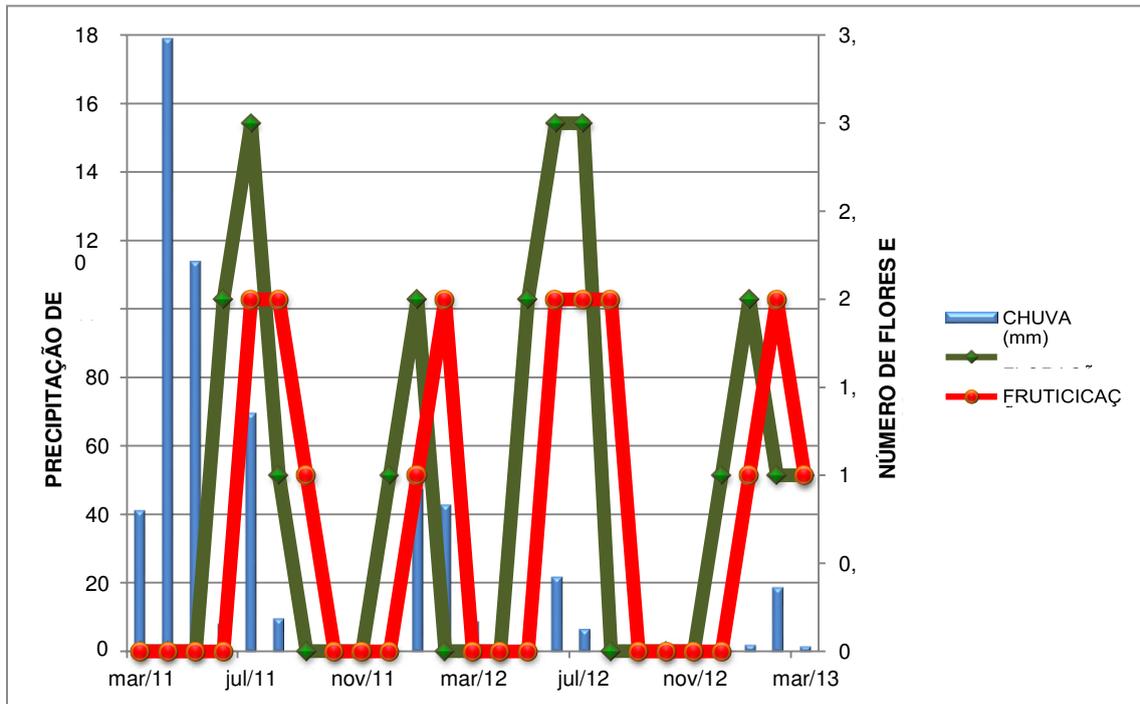


Figura 28: Acompanhamento das fenofases da floração e frutificação em *Pilosocereus gounellei* em área degradada por Lixão.

### Acompanhamento Fenológico de Floração e Frutificação do Facheiro

O facheiro apresentou 21 florações e 19 frutificações para o período estudado, não necessariamente obedecendo os padrões pluviométricos, como observa-se ao final do segundo ano de observação.

Na área degradada por agricultura o facheiro obteve índices significativos de floração e frutificação comparando-se as demais áreas degradadas onde as hastes do mesmo foram também plantadas. Observou-se que a propagação vegetativa por estacas ou hastes é de fato uma excelente ferramenta para a multiplicação das cactáceas colunares em áreas degradadas e com baixos índices pluviométricos.

O acompanhamento dos índices pluviométricos de forma concomitante com o desenvolvimento fisiológico do facheiro foi importante pois se observou um eficiente uso da água por esta espécie, que mesmo sob baixos volumes de chuva, aproveitou suas reservas para dar continuidade ao seu desenvolvimento e produzindo frutos, sendo 19 na área de agricultura mesmo no período de menor precipitação.

Levando-se em consideração que a pluviosidade da região no período estudado foi baixíssima e que as hastes plantadas durante os primeiros seis meses praticamente sobreviveram e efetuaram seu metabolismo com suas reservas nutricionais, o que refletiu

em um desenvolvimento da planta, onde as fases fenológicas de floração e frutificação não foi influenciado pelo regime das chuvas (Figura 29)

No segundo ano após o enraizamento efetivo as plantas de *P. pachycladus* continuaram desenvolvendo-se, contanto sem haver uma relação direta da produção de flores e frutos com a intensidade pluviométrica.

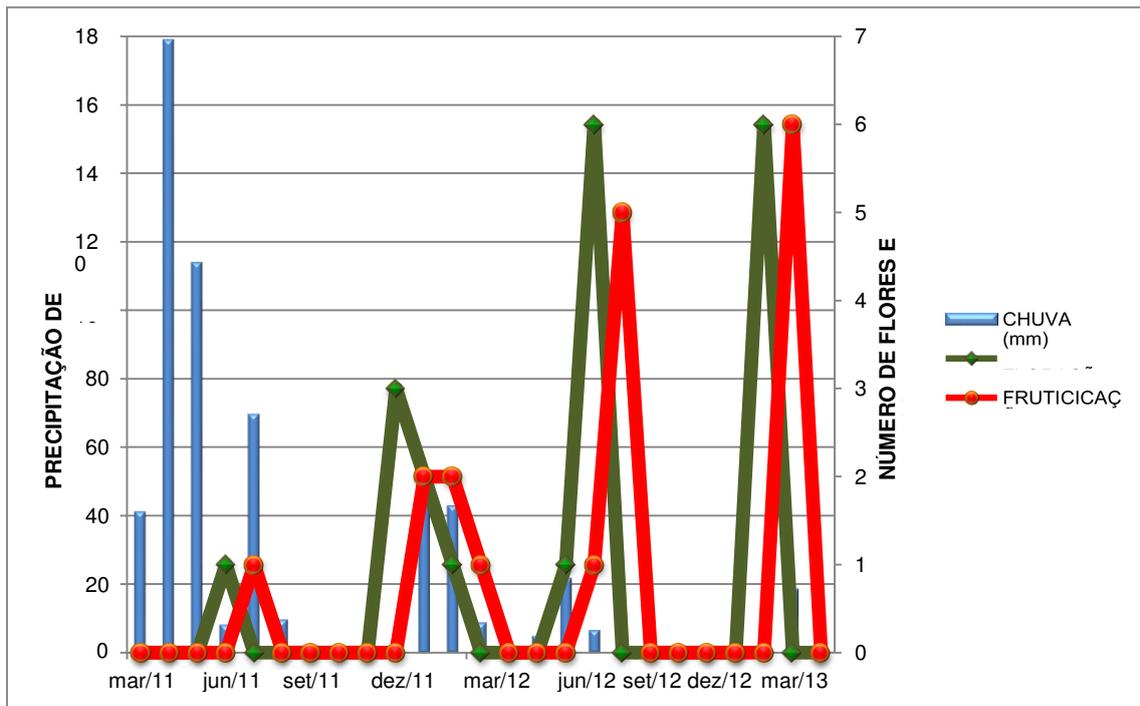


Figura 29: Observações do surgimento de fenofases em facheiro *Pilosocereus pachycladus*, plantado em área degradada por agricultura no Seridó paraibano.

Do mesmo modo desenvolveram-se as fenofases do facheiro cujas hastes foram plantadas e observadas durante 720 DAP em áreas degradadas, tendo ocorrido seus picos de floração e frutificação no segundo ano depois do seu estabelecimento fisiológico e desenvolvimento de raízes, proporcionando 19 florações e 17 frutificações em quase todos os meses de observação.

Estudos em florestas secas mostram que a ocorrência dos eventos fenológicos, em algumas espécies, não é determinada primariamente pela chuva e sim pela disponibilidade hídrica para a planta (DAUBERNMIRE 1972; REICH & BORCHERT, 1984; BORCHERT 1994; 2001; BORCHERT & RIVERA 2001). Estes autores explicam que plantas com raízes profundas ou que armazenam água no caule ou nas próprias raízes podem apresentar padrões fenológicos independentes da precipitação. Neste caso, os padrões fenológicos podem ser induzidos devido a variações do fotoperíodo (RIVERA et

al., 2002; BORCHERT et al., 2005). Portanto, em ambientes sazonalmente secos, pode-se encontrar diferentes padrões fenológicos para as espécies, determinados primariamente pela chuva ou não, dependendo da capacidade da planta obter ou armazenar água.

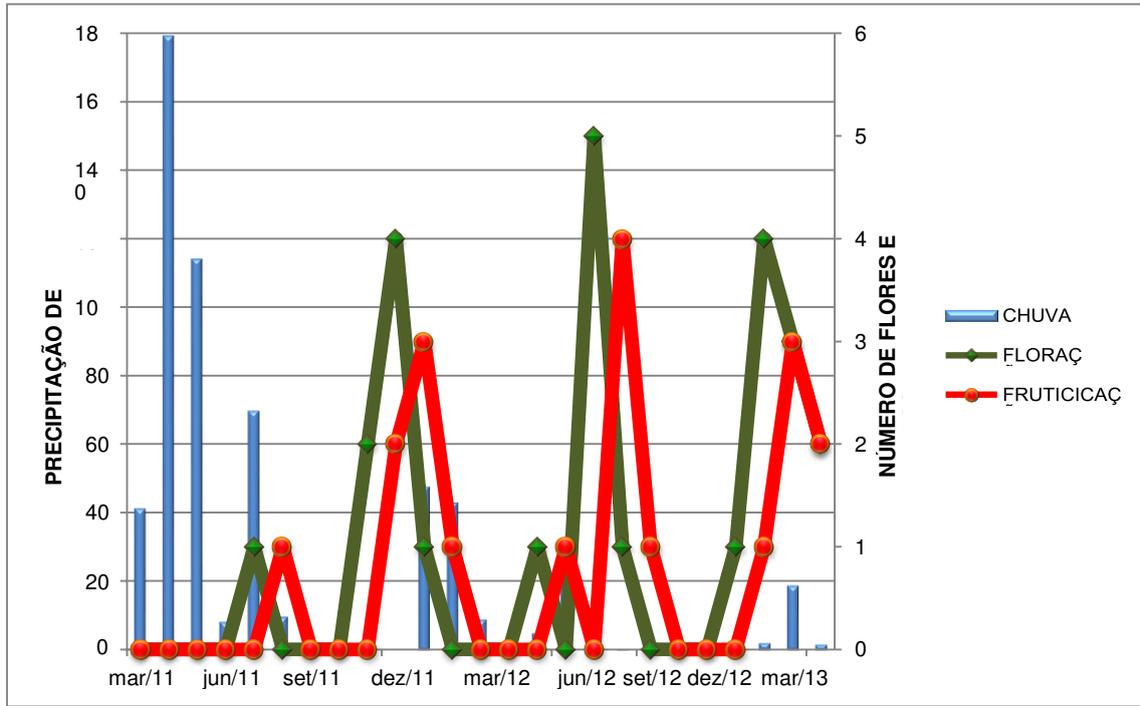


Figura 30: Observações do surgimento de fenofases em facheiro *Pilosocereus pachycladus*, plantado em área degradada por retirada da cobertura do solo para construção de estrada no Seridó paraibano.

Novoa et al. (2005) descreveram a fenologia reprodutiva de *Neoraimondia arequipensis* (Meyen) Backeb. subsp. *roseiflora* (Werderm. & Backeb.) Ostolaza no vale do rio Chíllon, em Lima no Peru. Esta espécie apresentou floração entre os meses de novembro e abril e frutificação entre maio e outubro. Apesar disso, a produção de botões florais mostrou-se constante ao longo do ano.

As plantas instaladas nessa área também se desenvolveram obedecendo ao mesmo padrão das descritas anteriormente. Observou-se na fenologia do facheiro plantado assexuadamente na área degradada por mineração, das 60 hastes plantadas teve-se floração em 22 delas, originando 21 frutos contabilizados até os 720 DAP. (Figura 31).

Pavón & Briones (2001) avaliaram os padrões fenológicos de plantas perenes no semiárido mexicano e confirmaram a hipótese de que a coexistência de espécies em zonas áridas se dá devido às diferenças nas utilizações do recurso (água). Encontraram diversos padrões fenológicos, como floração e frutificação antes, durante ou depois da estação

chuvosa. Relacionaram estes padrões com as formas de vida das espécies, com a profundidade do sistema radicular e com a suculência do caule. Como resultado obtiveram alta sobreposição das fenofases reprodutivas entre as espécies que apresentam a mesma forma de vida.

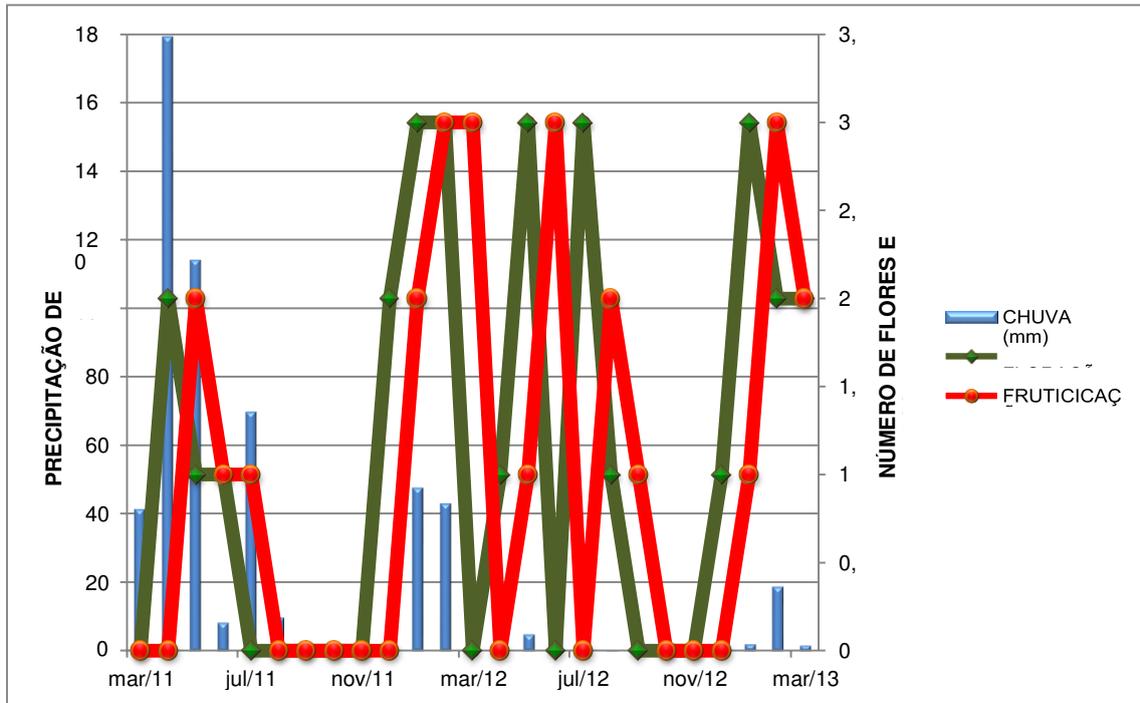


Figura 31: Observações do surgimento de fenofases em facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), plantado em área degradada por mineração no Seridó paraibano.

Portanto acredita-se que primeiramente deve haver o estabelecimento (sobrevivência) da espécie, mostrando-se adaptada e aclimatada na área a qual foi plantada, para depois haver os ajustes fenológicos da cultura com as condições edafoclimáticas as quais agora pertence. Após esses ajustes fisiológicos e de acordo com a sua condição biológica relativa às reservas naturais, é que se inicia uma interação da planta com o meio.

Há poucos registros sobre o acompanhamento fenológico das espécies plantadas em áreas degradadas, como elas desenvolvem-se e suas fenofases. Na área degradada por deposição de resíduos sólidos (Lixão), aconteceram os menores índices de florações e frutificações para o período, somando-se 11 flores e 10 frutos respectivamente (Figura 32).

O conhecimento do calendário anual das fenofases e sua variabilidade podem contribuir para melhorar a produtividade das frutíferas e a qualidade dos frutos, podendo deslocar sua produção via técnicas de manejo cultural, em épocas do ano em que ocorra menor incidência de intervenções fitossanitárias que venham a deteriorar a qualidade intrínseca dos frutos (DALASTRA 2009; CAMPAGNOLO et al., 2010).

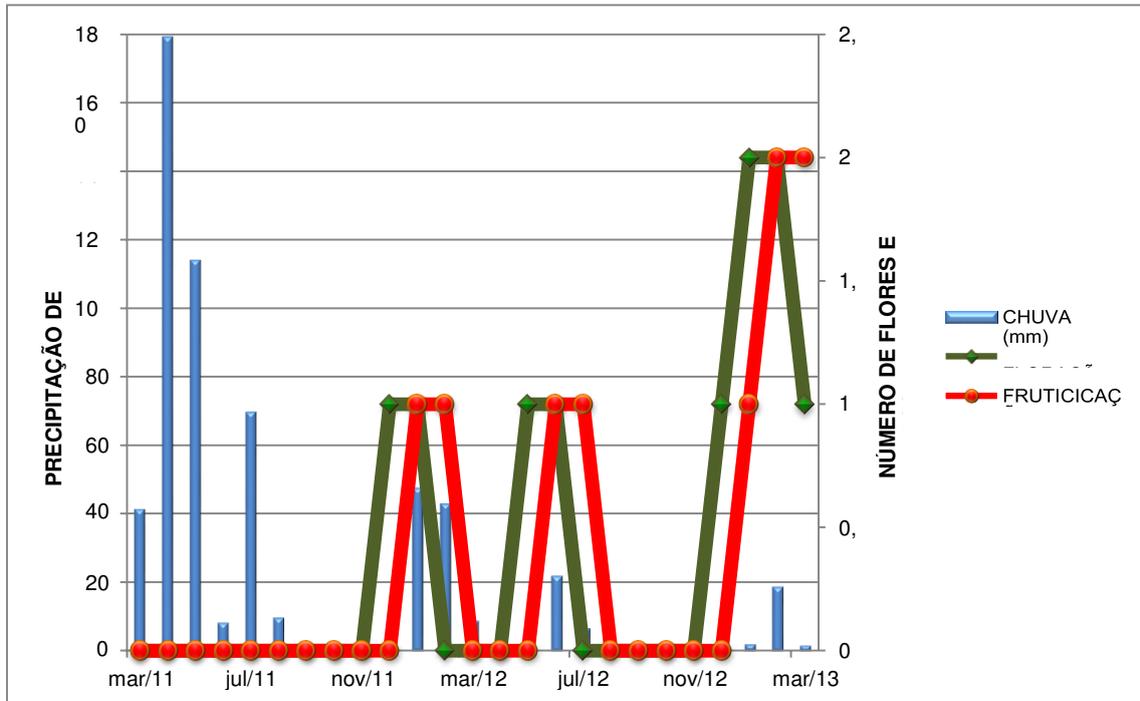


Figura 32: Observações do surgimento de fenofases em facheiro (*Pilosocereus pachycladus*), plantado em área degradada por lixo no Seridó paraibano.

Cada espécie apresenta comportamento diferente em função das condições ambientais, sendo necessários estudos sobre o comportamento das espécies em cada região de cultivo (SEGANTINI et al., 2010). O mesmo observou-se nas duas espécies de *Pilosocereus* estudadas quando plantadas com o intuito de recuperar áreas degradadas no Seridó Paraibano, ou seja, ao longo de dois anos verificou-se que suas fases fenológicas também ora acompanharam o regime pluviométrico local, ora floraram e frutificaram de forma continuada. Foram sessenta plantas estudadas em cada área, de cada espécie de *Pilosocereus pachycladus* e *gounellei*, em quatro áreas distintas do município de Picuí (Figuras 33A, 33B, 33C).

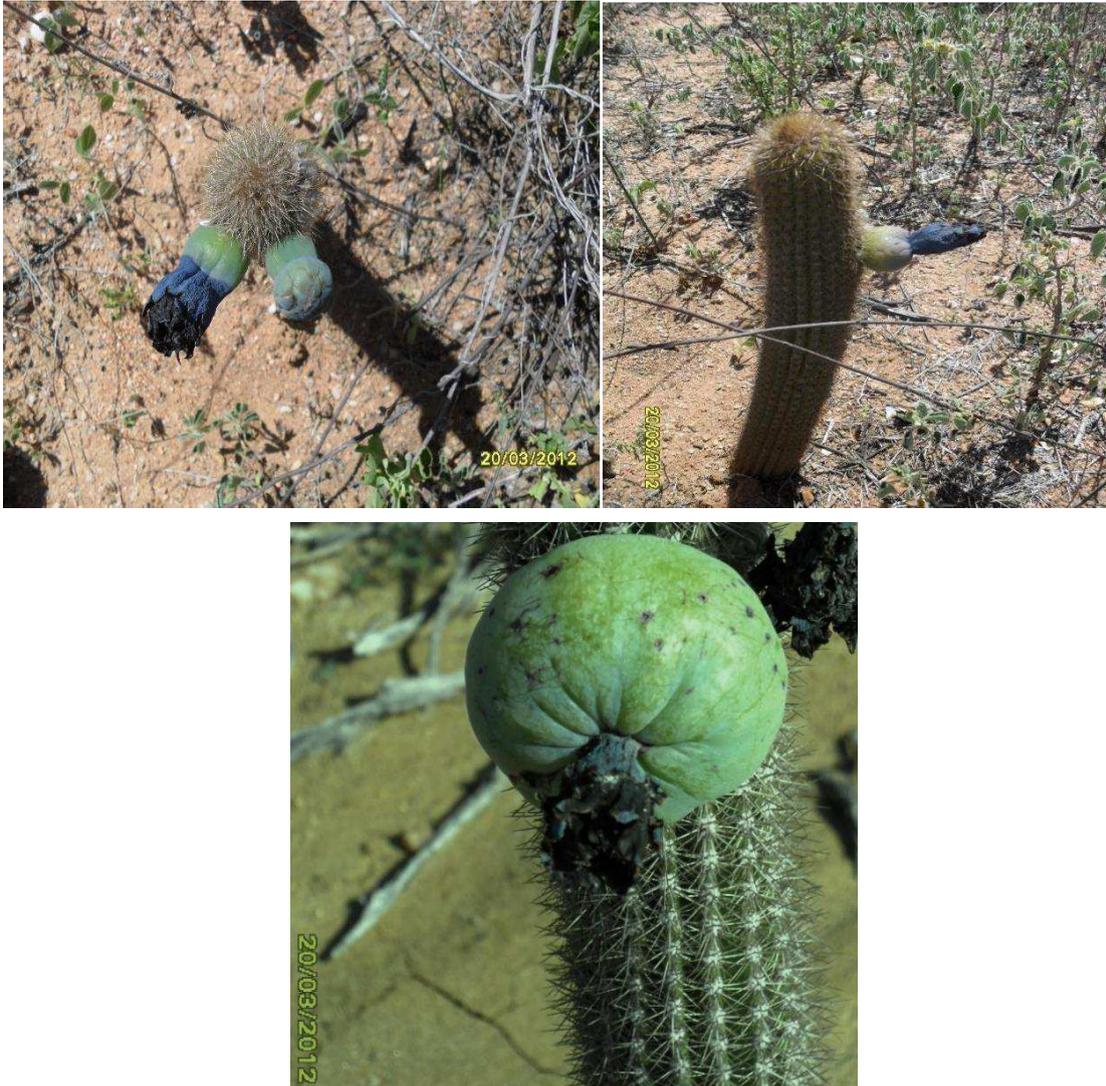


Figura 33: Detalhes da floração e da frutificação de hastes de facheiro plantadas na área degradada por agricultura.

A partir da tabela 9, vê-se um resumo de todas as florações e frutificações ocorridas no período de 720 Dias Após o Plantio das espécies xique-xique e facheiro em quatro áreas degradadas distintas.

Tabela 9: Resumo das florações e frutificações do xique-xique e do facheiro ao longo de 720 DAP de observações.

Espécie	Área	Floração		Frutificação	
		Nº Flores	%	Nº Frutos	%
<b>Xique-xique</b>	Agricultura	14	23,3	11	18,3
<b>Xique-xique</b>	Jazida de Estrada	8	13,3	7	11,6
<b>Xique-xique</b>	Lixão	21	35	18	30
<b>Xique-xique</b>	Mineração	27	45	26	43,3
<b>Facheiro</b>	Agricultura	21	35	19	31,6
<b>Facheiro</b>	Jazida de Estrada	19	31,6	17	28,3
<b>Facheiro</b>	Lixão	11	18,3	10	16,6
<b>Facheiro</b>	Mineração	22	36,6	21	35

Não houve nenhum registro de florações e frutificações para a palma forrageira *Opuntia ficus-indica* no período observado em nenhuma das áreas degradadas onde a espécie foi implantada.

### **Brotações das espécies estudadas até os 720 DAP**

As brotações da macambira aconteceram apenas na área degradada por agricultura e jazida de estrada. Foram três brotações de estolhos rizomáticos, perfazendo um percentual de 5 % das plantas cultivadas naquela parcela. Nas demais áreas não se observou nenhuma brotação das macambiras.

Porém, quando se avaliou o peso verde e seco das brotações, notou-se a expressividade da quantidade de biomassa formada pelas brotações da macambira, chegando a 181,21 g de peso verde por planta em média. Projetando-se para as plantas de macambira que sobreviveram na área da agricultura (82,0 %) e utilizando-se um espaçamento de 2,0 m x 1,0 m (que daria 4.100 plantas sobreviventes por hectare) se tem projetado 742,96 kg de matéria verde por hectare, só em brotações aos 720 DAP.

A emissão dos estolhos foram observadas no segundo ano após o plantio da macambira. Constatou-se que após a emissão da brotação lateral, o estolho desenvolve raízes que se fixam ao lado da planta que o originou, e a partir daí desenvolvendo-se como uma nova planta independente. A “planta mãe” por sua vez trata de completar seu ciclo emitindo o pendão floral. Logo após acontece a formação dos frutos e o fim do ciclo desta (Figura 34).



Figura 34 – Emissão de estolho e brotação fixando-se para formar uma nova planta de macambira *Bromelia laciniosa*. Fonte Pesquisa de campo Picuí – PB, 2011/2013.

As brotações mais significativas do xique-xique ocorreram na área degradada por agricultura e lixão, onde as mesmas aconteceram em 10,0 % das plantas cultivadas, enquanto que as demais áreas apresentaram de 8,3 % na área de jazida de estrada e o mesmo índice na área de mineração. A média (em gramas) das brotações por planta chegou a 174,16 g/planta.

Houveram áreas degradadas de agricultura e jazida de estrada que os índices de sobrevivência foram de 100,0 %. Portanto levando-se em conta a resiliência das espécies de plantas xerófilas e o seu desenvolvimento gradativo em áreas degradadas, pode-se projetar, utilizando-se o espaçamento de 2,0 m x 1,0 m (5.000 plantas. ha<sup>-1</sup>), que se pode chegar a 870,8 Kg.ha<sup>-1</sup> de matéria verde a partir do terceiro ano de plantio.

Trabalhando em experimentação de campo e utilizando-se um espaçamento diferenciado, Silva et al, (2007) obtiveram em seis anos e meio de coleta de dados um ganho de matéria verde de 910,0 kg/ano para o espaçamento 1,0 x 1,0 metros. Pelo fato do mesmo não mencionar índices de sobrevivência estima-se que os mesmos foram altos para auferir esses índices de matéria verde para o período avaliado. Para esta pesquisa trabalhou-se com o espaçamento 2,0 m x 4,0 m, e durante as avaliações observou-se que cerca de 10,0 % das plantas brotaram aos 720 DAP em áreas degradadas (Figura 35A).

As brotações das áreas de agricultura e estrada somaram 10,0% das plantas ali instaladas, enquanto que a área do lixão obteve um índice de 8,3 % e a de mineração 6,6 %. O peso médio das brotações de facheiro na área de agricultura foi de 84,65 g/planta e sua sobrevivência de 80,0 %, o que projetaria uma população sobrevivente de 4.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, podendo essa espécie ao longo dos anos seguintes produzir 338,6 kg. ano<sup>-1</sup> de biomassa verde apenas com a brotação dos seus cladódios em áreas degradadas (Figura 35A e 35B).



Figura 35A e 35B : Brotações da planta do facheiro em campo e no laboratório, pronta para ser destacada e para realização do peso úmido e secagem na estufa.

Foi possível observar que a área utilizada para agricultura obteve uma maior formação de biomassa a partir da plantação das hastes de facheiro, porém entre elas, a área de mineração obteve um resultado inferior aos outros tratamentos, possivelmente devido à rocha mãe se encontrar superficialmente, o que dificultou o enraizamento e desenvolvimento das plantas (Tabela 10).

Tabela 10: Pesos úmido e seco das brotações de facheiro e xique-xique em diferentes áreas

Áreas	Facheiro		Xique-xique	
	Peso úmido	Peso seco	Peso úmido	Peso seco
<b>Agricultura</b>	47,52 a	7,73 a	174,15 a	38,00 a
<b>Lixão</b>	23,02 ab	5,50 ab	81,37 b	19,80 ab
<b>Jazida de Estrada</b>	20,20 ab	3,55 bc	34,82 b	8,90 b
<b>Mineração</b>	4,51 b	1,79 c	13,02 b	4,24 b

As médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultado análogo foi encontrado para as hastes de xique-xique, onde é possível concluir melhor desenvolvimento de biomassa na área de agricultura, resultado esse tanto em peso úmido como em peso seco.

#### **Análises das Raízes: Peso Verde e Seco.**

Foi avaliado o peso verde e peso seco das raízes do facheiro em três diferentes comprimentos (Tabela 11) e o período de destruição das plantas, que serviu de parâmetro, aconteceu aos 720 DAP.

Tabela 11. Pesos Verde e seco das raízes de facheiro em diferentes áreas degradadas.

Áreas	Peso Verde (g)			Peso Seco (g)		
	< 5 cm	5– 10 cm	>10 cm	< 5 cm	5– 10 cm	>10 cm
<b>Agricultura</b>	1,18 b	1,76 a	19,58 a	0,75 a	0,53 a	4,34 a
<b>Lixão</b>	6,17 a	5,95 a	6,20 b	0,85 a	0,91 a	1,00 b
<b>Jazida de Estrada</b>	4,6 ab	5,77 a	5,67 b	1,19 a	1,54 a	1,53 b
<b>Mineração</b>	3,35 ab	6,11 a	0,70 b	0,75 a	2,11 a	0,22 b

As médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os melhores valores encontrados para peso verde entre as raízes emitidas pela haste do facheiro foram os que se encontravam na faixa de comprimento acima de 10,0 cm na área de agricultura, onde é possível observar que houve diferenças significativas entre as áreas degradadas estudadas.

Constatou-se que nas raízes com tamanho inferior a 5,0 cm a que melhor proporcionou resultado foi a que se desenvolveu na área degradada de Resíduos Sólidos (Lixão). O mesmo não foi observado para as de tamanho superior a 5,0 cm onde a área de agricultura se destacou, o que mostra que apesar desta área encontrar-se visualmente mais degradada ainda havia espaço para o desenvolvimento das raízes.

Já considerando os valores obtidos para peso seco, apenas as raízes com tamanho acima de 10,0 cm diferiram dos demais comprimentos analisados, e dentre as quatro áreas degradadas o tratamento que melhor se adequou foi aquele delineado na área da agricultura.

Esses valores analisados conjuntamente com os índices de sobrevivência, comprovam que a planta desenvolve-se de forma a emitir raízes, e garantir o seu pleno desenvolvimento fenológico, cumprindo a sua função ecológica no biótopo, mesmo sendo uma área reconhecidamente degradada e num ambiente com baixa incidência de chuvas nesse período.

O xique-xique nas áreas de lixão e de jazida de estrada foram as que melhor obtiveram resultados em se tratando de peso verde para as raízes menores que 5,0 cm e maiores que 10,0 cm, não diferente do resultado da faixa de comprimento intermediária (5,0-10,0 cm) onde todos os tratamentos se comportaram de forma análoga. As raízes

maiores de 10,0 cm na área de mineração e agricultura não tiveram entre os tratamentos um desenvolvimento adequado, quando comparado aos outros (Tabela 12).

Tabela 12: Pesos úmido e seco das raízes de xique-xique em diferentes áreas degradadas.

Áreas	Peso Verde (g)			Peso Seco (g)		
	< 5 cm	5– 10 cm	>10 cm	< 5 cm	5– 10 cm	>10 cm
<b>Agricultura</b>	2,04 b	7,93 a	11,71 bc	0,99 a	2,61 a	4,15 a
<b>Lixão</b>	6,55 ab	7,07 a	22,12 a	1,36 a	1,25 a	4,85 a
<b>Jazida de Estrada</b>	8,90 a	8,05 a	16,30 ab	1,55 a	1,40 a	3,30 ab
<b>Mineração</b>	1,37 b	4,33 a	3,18 c	0,27 a	1,28 a	1,03 b

As médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando se analisou o peso seco, os intervalos de comprimento menor que de 5,0 cm e 5,0-10,0 cm não indicou diferenças entre os tratamentos, e até mesmo para raízes maiores que 10,0 cm a área de mineração foi a única entre elas que não se mostrou satisfatória da mesma forma que foi apontado na avaliação de peso úmido. Dessa forma, é possível afirmar que a área de mineração por possuir resíduos expostos a céu aberto e área de afloramento rochoso, dificultando o enraizamento das espécies não possibilitou um bom desenvolvimento radicular das espécies.

Comparativamente Correia et al., (2009) trabalharam com propagação *in vitro* com cactáceas e seus resultados da análise de variância para números de brotos aos 40, 80 e 120 dias de cultivo e porcentagem de enraizamento aos 40 dias de cultivo, de explantes de xique-xique *in vitro*, encontram-se em maior número médio de brotos em explantes da região mediana e basal não havendo diferença estatística entre si. A região apical foi significativamente menos responsiva para a formação de brotos com relação aos demais tipos de explantes, o que demonstra a existência de um gradiente hormonal endógeno, no sentido base ápice nas plantas utilizadas, provavelmente favorável às citocininas, promovendo maior formação de brotos nas regiões subsequentes à apical (PEREZ & KERBAUY, 2005).

Repetindo-se o processo realizado nas áreas de xique-xique e facheiro, trabalhou-se da mesma forma em plantas de macambira e observou-se que com relação ao peso úmido de suas raízes menores que 5,0 cm destacou-se a área de agricultura. Para o tamanho entre 5,0 – 10,0 cm não houve diferença significativa. Já para as raízes maiores que 10,0 cm destacaram-se os valores para o tratamento da agricultura, apesar que as áreas de lixão e estrada não diferirem, porém todos foram superiores ao resultado da área de mineração.

Tabela 13. Pesos úmido e seco das raízes de macambira em diferentes áreas degradadas.

Áreas	Peso úmido (g)			Peso seco (g)		
	< 5 cm	5– 10 cm	>10 cm	< 5 cm	5– 10 cm	>10 cm
<b>Agricultura</b>	9,19 a	11,18 a	45,13 a	1,74 a	6,94 a	21,40 a
<b>Lixão</b>	1,27 b	7,41 a	33,74 ab	0,62 a	3,23 a	12,52 a
<b>Jazida de Estrada</b>	2,78 b	6,59 a	22,88 ab	1,11 a	3,31 a	11,48 a
<b>Mineração</b>	1,82 b	2,66 a	9,75 b	0,91 a	2,42 a	5,20 a

As médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo sem haver diferença significativa entre as áreas quando avaliado o peso seco, é importante ressaltar que a soma desses pesos ao final de 720 DAP significa que as referidas plantas estão desenvolvendo raízes que asseguram a sobrevivência da espécie que possui por sua vez uma enorme importância nas relações ecológicas quando reinseridas em áreas degradadas e cumprindo sua função ecológica no Bioma Caatinga (Figura 35).



Figura 35 – Arranquio das raízes de macambira após 720 DAP para análise em laboratório.

Na análise das raízes da palma forrageira referente ao peso verde, é possível observar que as raízes menores que 5,0 cm das plantas cultivadas nas áreas de lixão e agricultura, obtiveram melhores resultados. No intervalo de comprimento entre 5-10 cm esses valores não diferiram, porém quando avaliaram-se as raízes maiores que 10,0 cm, mais uma vez a área de mineração apresentou o resultado mais insatisfatório dentre todos.

Tabela 14. Pesos verde (úmido) e seco das raízes de palma forrageira em diferentes áreas degradadas.

Áreas	Peso Verde (g)			Peso Seco (g)		
	< 5 cm	5– 10 cm	>10 cm	< 5 cm	5– 10 cm	>10 cm
<b>Agricultura</b>	2,44 ab	1,74 a	42,97 a	0,52 ab	0,50 a	13,82 a
<b>Lixão</b>	5,79 a	9,55 a	31,16 ab	1,27 a	2,17 a	12,12 ab
<b>Jazida de Estrada</b>	0,50 b	9,78 a	29,98 ab	0,26 b	3,39 a	10,38 ab
<b>Mineração</b>	1,22 b	7,08 a	17,00 b	0,29 b	1,39 a	4,35 b

As médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Pinto (2002), avaliando o comportamento da espécie *Opuntia ficus-indica*, cv. Gigante, na Microrregião do Cariri Ocidental do estado da Paraíba, utilizando mais de um espaçamento, concluiu que independente do espaçamento utilizado, mais de 76,0 % da distribuição radicular desta cultura se concentrou nos primeiros 20,0 cm de profundidade do solo, comprovando a superficialidade do seu sistema radicular.

Os resultados de experimentos feitos em cinquenta campos de palma cultivados no estado de Pernambuco e Paraíba, em relação a variabilidade na fertilidade do solo, foi constatada uma relação direta entre o nível de fósforo disponível no solo e a produtividade de matéria seca (MENEZES et al., 2000). Dubeux Jr. et al. (2005), em experimento realizado na região semiárida do Estado de Pernambuco, concluíram que a espécie *Opuntia ficus-indica* cv. clone 20, respondeu ao uso da adubação fosfatada com aumento de produtividade.

Pinto (2002), ao estudar o comportamento das raízes da palma forrageira nas condições ecológicas do Cariri Ocidental da Paraíba, concluiu que o maior espaçamento de plantio utilizado resultou em um maior desenvolvimento radicular. Já Santos et al. (2006), perceberam a tendência de maior desenvolvimento radicular em plantios adensados. Ruiz-Espinoza et al. (2008), pesquisando o comportamento de cinco cultivares de *Opuntia ficus-indica* em solo Mexicano, verificaram que o plantio adensado resultou em um significativo aumento de produtividade, tanto em matéria verde e seca. Maiores densidades de plantio contribuem para o aumento da taxa de assimilação líquida, e esta possui estreita relação com o índice de área foliar.

O espaçamento utilizado de 1,0 x 0,5 m proporciona uma população de 20.000 plantas por hectare, o que de acordo com as novas tendências de plantio visando a obtenção de uma maior quantidade por unidade de área, pode-se considerar um espaçamento médio, uma vez que já se trabalha com até o dobro de plantas por hectare. O IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco) preconiza o plantio da palma adensada plantada usando-se espaçamento entre fileiras e raquetes, menor que os normalmente

adotados pelos criadores, obtendo-se com isso uma maior produção de forragem por área. Uma das indicações presentes em seu site eles recomendam o espaçamento 1,0 x 0,25 m, perfazendo um total de 40.000 plantas por hectare.

### **Peso de matéria verde e seca da palma forrageira aos 360 e 720 DAP**

Conforme se pode observar na tabela 15, os valores encontrados para o parâmetro peso verde e seco aos 360 DAP de observação destacaram-se na área degradada por agricultura. Mesmo sendo uma área de erosão laminar facilmente identificável lá aconteceu aos 360 DAP o melhor desempenho na formação de biomassa dessa cultura.

Tabela 15: Peso Verde (úmido) e seco da palma forrageira aos 360 e 720 DAP.

Áreas	360 DAP		720 DAP	
	Peso úmido	Peso seco	Peso úmido	Peso seco
<b>Agricultura</b>	1337.50 a	138.00 a	1222.50ab	204.25 b
<b>Lixão</b>	605.00 bc	53.75 bc	270.00 ab	79.50 bc
<b>Jazida de Estrada</b>	826.17 ab	93.15 ab	2661.25 a	389.33 a
<b>Mineração</b>	85.00 c	16.51c	52.50 b	14.50 c

As médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao peso verde e seco observado aos 360 e 720 DAP obteve-se como melhores desempenhos as palmas plantadas na área degradada por agricultura e por jazida de estrada respectivamente, destacando-se em níveis de formação de biomassa das demais áreas, com plantas chegando a produzir 1.337,5 gramas aos 360 DAP e 2.661,25 gramas de massa verde ao final do segundo ano de plantio.

Projetando-se esse resultado (por hectare) e admitindo o que comprovamos de uma sobrevivência no plantio de 100 % das raquetes, teríamos uma produtividade anual de 26.612,5 kg/há ao final de 01 ano, e até 50.563,75 kg/há para o segundo ano, o que para as condições de clima e solo degradado, seria uma excelente taxa de produtividade.

Os resultados menos expressivos tanto para a matéria verde e seca foram encontrados na área degradada por mineração. De fato essa atividade causa enormes prejuízos ao meio ambiente, tornando as áreas do entorno pouco produtivas quando pensa-se em exploração agrícola sustentável.

Ressalta-se que o número de brotações da palma forrageira em condições de campo também é influenciado, dentre outros fatores, além da fertilidade do solo, pela

densidade de plantio. De acordo ainda com alguns autores, os sistemas de produção de palma forrageira são influenciados por diversos aspectos, tais como: variáveis climáticas, atributos do solo, tamanho da propriedade e espaçamento utilizado (FARIAS et al., 2005; DUBEUX JR. & SANTOS, 2005).

**Área de Artículos da Palma forrageira.**

Ao final dos 360 e dos 720 DAP observou-se que a área de agricultura destacou-se das demais atingindo até 206,65 cm<sup>2</sup> de área “foliar” por planta em um de seus quadrantes. Aos 720 DAP destacou-se a área de estrada, apresentando plantas com até 610,0 cm<sup>2</sup>. As áreas degradadas onde obteve-se os menores crescimentos foram as que se desenvolveram nas áreas de mineração Tabela 16.

Métodos diretos ou “destrutivos” de medição do IAF (Índice de Área Foliar) são importantes para se ter uma medida real do dossel foliar a partir de uma amostragem representativa em função do tamanho e tipo de planta. Estes métodos são referência para a calibração ou desenvolvimento de métodos de estimativas do IAF (BRÉDA, 2003).

Tabela 16: Área de Artículos (AA), Área da Planta (AP) em cm<sup>2</sup> e o Índice de Área dos Artículos (IAA) da palma forrageira por quadrante aos 360 DAP e aos 720 DAP.

Quadrantes	Áreas	360 DAP			720 DAP		
		AA	AP	IAA	AA	AP	IAA
Q1	Agricultura	413,29	471,29	0,876934	193,00	268,60	0,718541
Q2	Agricultura	352,96	410,96	0,858867	243,00	318,20	0,762712

<b>Q3</b>	Agricultura	252,9	310,90	0,813445	183,10	258,00	0,707657
<b>Q4</b>	Agricultura	151,54	209,54	0,723203	198,30	273,60	0,723684
<b>Q1</b>	Jazida de Estrada	190,38	248,38	0,766487	342,00	417,30	0,818966
<b>Q2</b>	Jazida de Estrada	65,07	123,07	0,528723	610,10	685,10	0,889732
<b>Q3</b>	Jazida de Estrada	182,61	240,61	0,758946	216,20	291,70	0,740741
<b>Q4</b>	Jazida de Estrada	90,07	148,07	0,608293	389,00	464,60	0,837279
<b>Q1</b>	Lixão	30,33	88,33	0,343371	133,20	208,50	0,637584
<b>Q2</b>	Lixão	63,99	121,99	0,524551	55,10	130,60	0,421133
<b>Q3</b>	Lixão	270,08	328,08	0,823214	56,00	131,70	0,425532
<b>Q4</b>	Lixão	177,35	235,35	0,753559	74,20	149,40	0,494652
<b>Q1</b>	Mineração	29,67	87,68	0,338466	23,00	98,10	0,233266
<b>Q2</b>	Mineração	63,26	121,26	0,521689	22,00	97,70	0,22541
<b>Q3</b>	Mineração	86,81	144,81	0,599475	24,00	99,60	0,240964
<b>Q4</b>	Mineração	22,02	80,02	0,275181	8,40	83,50	0,095694

Conforme se pode observar, estatisticamente a avaliação repete-se quando se aplica o modelo de blocos inteiramente casualizados (Tabela 17).

Tabela 17: Somas das médias das AA (Área Total dos Artículos) da palma forrageira aos 360 DAP e aos 720 DAP.

Áreas	Soma das Médias das Áreas dos Artículos da palma forrageira (cm <sup>2</sup> )	
	360 DAP	720 DAP
<b>Agricultura</b>	1.170,49 a	817,40 ab
<b>Lixão</b>	541,75 ab	318,50 ab
<b>Jazida de Estrada</b>	528,13 ab	1.557,30 a
<b>Mineração</b>	201,76 b	77,40 b

As médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O índice de área foliar (IAF), denominado por Watson (1947) como sendo a razão entre a área foliar do dossel e a unidade de superfície projetada no solo (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), é uma variável biofísica que está diretamente relacionada com a transpiração e a produtividade florestal.

Para a palma forrageira tem-se os cladódios ou artículos com duas faces fotossinteticamente ativas. Denomina-se então como sendo Índice de Área dos Artículos, calculados pela fórmula:  $IAA = AA / S$ , onde AA é a área dos artículos e S a área ocupada pela planta.

A palma apresenta um baixo índice de área de cladódios/artículos (IAC/IAA), conforme se vê na tabela de Lira et al, (2005), onde cita-se o IAA da palma variedade Gigante como sendo de 0,478, da Redonda 0,576, da Miúda 0,691 e da Clone IPA – 20 0,730 (SANTOS, 1992). Comparando-se com *Cynodon* spp, Fagundes (1999) encontra um IAF de 3,87 e Mello & Pedreira encontra um IAF de 6,10 em *Brachiaria brizantha*. Este baixo IAA da palma pode ser parcialmente atenuado por uma maior densidade de plantas ou por colheitas menos frequentes, com a conservação de maior número de cladódios (FARIAS et al., 2005).

Paciullo (2008) verificou que a taxa de alongamento de folhas do capim braquiária variou em função da interação entre o grau de sombreamento e a estação do ano ( $p < 0,01$ ). Os maiores valores foram encontrados à sombra intensa (sob a copa das árvores), com exceção do inverno, quando foi constatada igualdade para as três condições de luminosidade. Sob o sombreamento de 5,0 %, as taxas de alongamento foliar foram 13,0, 117,0 e 118,0 % maiores que aquelas obtidas a pleno sol, no verão, outono e primavera, respectivamente, o que evidencia uma mudança no padrão de alocação de fotoassimilados pelas plantas, que resultou em maior área foliar para captação de luz em ambiente com reduzida luminosidade.

### **Taxa de Crescimento Absoluto – TCA.**

As áreas que se destacaram aos 360 DAP foram a de agricultura que em todos os quadrantes obteve valores superiores as demais. Aos 720 DAP destacou-se a área de jazida de estrada.

As medidas não lineares representam os índices fisiológicos utilizados para compreender os processos intrínsecos relacionados ao crescimento e desenvolvimento da planta. A TCA representa o ganho de matéria seca de uma planta sem levar em consideração o material inicial existente que deu origem a este incremento, cujos dados estão expostos na tabela 18.

Tabela 18: Taxa de Crescimento Absoluto (TCA g.dia<sup>-1</sup>) da palma forrageira plantada em áreas degradadas aos 720 DAP.

Quadrantes	Áreas	360 DAP		720 DAP	
		Peso seco (g)	TCA (g.dia <sup>-1</sup> )	Peso seco (g)	TCA (g.dia <sup>-1</sup> )
Q1	Agricultura	30,2	0,084	193,00	0,452

<b>Q2</b>	Agricultura	19,5	0,054	243,00	0,621
<b>Q3</b>	Agricultura	21,9	0,061	183,00	0,448
<b>Q4</b>	Agricultura	21,6	0,060	198,00	0,490
<b>Q1</b>	Jazida de Estrada	4,0	0,011	342,00	0,939
<b>Q2</b>	Jazida de Estrada	7,5	0,021	610,00	1,674
<b>Q3</b>	Jazida de Estrada	18,5	0,051	216,00	0,549
<b>Q4</b>	Jazida de Estrada	23,8	0,066	389,33	1,015
<b>Q1</b>	Lixão	4,0	0,011	133,00	0,286
<b>Q2</b>	Lixão	7,5	0,021	55,00	0,099
<b>Q3</b>	Lixão	18,5	0,051	56,00	0,095
<b>Q4</b>	Lixão	23,8	0,066	74,00	0,146
<b>Q1</b>	Mineração	22,5	0,063	24,00	0,00006
<b>Q2</b>	Mineração	12,9	0,036	22,00	0,025
<b>Q3</b>	Mineração	22,79	0,063	23,00	0,00014
<b>Q4</b>	Mineração	7,87	0,022	8,00	0,00005

### **Taxa de Crescimento Relativo -TCR**

Mais uma vez tem-se a área de agricultura destacando-se aos 360 DAP e a área de jazida de estrada se destacando quanto ao parâmetro de crescimento relativo das demais áreas estudadas aos 720 DAP.

A TCR é mais adequada para avaliar o crescimento de uma planta e representa a quantidade de material produzido por determinada quantidade de material existente, durante um determinado período de tempo prefixado, conforme observa-se na tabela 19.

Tabela 19: Taxa de Crescimento Relativo (TCR g.dia-1) da palma forrageira plantada em áreas degradadas aos 720 DAP.

<b>Quadrantes</b>	<b>Áreas</b>	<b>Peso Seco 720 DAP</b>	<b>TCR g dia-1</b>
<b>Q1</b>	Agricultura	193,00	0,0073
<b>Q2</b>	Agricultura	243,00	0,0076
<b>Q3</b>	Agricultura	183,00	0,0072

<b>Q4</b>	Agricultura	198,00	0,0073
<b>Q1</b>	Jazida de Estrada	342,00	0,0081
<b>Q2</b>	Jazida de Estrada	610,00	0,0089
<b>Q3</b>	Jazida de Estrada	216,00	0,0075
<b>Q4</b>	Jazida de Estrada	389,33	0,0083
<b>Q1</b>	Lixão	133,00	0,0068
<b>Q2</b>	Lixão	55,00	0,0056
<b>Q3</b>	Lixão	56,00	0,0056
<b>Q4</b>	Lixão	74,00	0,0060
<b>Q1</b>	Mineração	24,00	0,00004
<b>Q2</b>	Mineração	22,00	0,0043
<b>Q3</b>	Mineração	23,00	0,00014
<b>Q4</b>	Mineração	8,00	0,00005

#### **Área da Planta (IAP) aos 720 DAP**

Para este parâmetro destacou-se a área de agricultura, que em todos os seus quadrantes obteve valores superiores ao das outras áreas degradadas onde cultivou-se a palma forrageira (Tabela 20), apesar de enfrentar sérios problemas de falta de chuva durante o período estudado.

Tabela 20: IAPda *O.ficus-indica* aos 720 DAP nas áreas degradadas

<b>Quadrantes</b>	<b>Áreas</b>	<b>IAP cm<sup>2</sup> (planta)</b>
<b>Q1</b>	Agricultura	264,65
<b>Q2</b>	Agricultura	259,69
<b>Q3</b>	Agricultura	226,60
<b>Q4</b>	Agricultura	209,54

<b>Q1</b>	Jazida de Estrada	184,84
<b>Q2</b>	Jazida de Estrada	123,07
<b>Q3</b>	Jazida de Estrada	179,74
<b>Q4</b>	Jazida de Estrada	178,21
<b>Q1</b>	Lixão	118,67
<b>Q2</b>	Lixão	143,33
<b>Q3</b>	Lixão	199,88
<b>Q4</b>	Lixão	238,06
<b>Q1</b>	Mineração	87,68
<b>Q2</b>	Mineração	89,58
<b>Q3</b>	Mineração	101,30
<b>Q4</b>	Mineração	80,02

**Razão de Área dos Artículos RAA (dm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>)**

Observando-se a tabela acima tem-se que os melhores resultados para a RAA (Razão da Área dos Artículos = dm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) aos 360 e aos 720 DAP foram encontrados onde a palma forrageira foi plantada na área degradada por Agricultura.

A RAF é a relação entre a área foliar específica e a razão de peso foliar, representando desta maneira a área foliar disponível para ocorrer a fotossíntese. Ao final dos dois períodos de observação têm-se os resultados conforme demonstra tabela 21.

Tabela 21: Razão da Área dos Artículos - RAA (dm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) da *O. ficus-indica* plantada em áreas degradadas.

		<b>360 DAP</b>	<b>720 DAP</b>
<b>Quadrantes</b>	<b>Áreas</b>	<b>RAA dm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup></b>	<b>RAA dm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup></b>
<b>Q1</b>	Agricultura	1,842	0,751
<b>Q2</b>	Agricultura	1,987	0,621

<b>Q3</b>	Agricultura	1,623	0,636
<b>Q4</b>	Agricultura	1,463	0,541
<b>Q1</b>	Jazida de Estrada	1,130	0,299
<b>Q2</b>	Jazida de Estrada	0,641	0,094
<b>Q3</b>	Jazida de Estrada	1,172	0,409
<b>Q4</b>	Jazida de Estrada	1,160	0,255
<b>Q1</b>	Lixão	0,705	0,282
<b>Q2</b>	Lixão	0,953	0,623
<b>Q3</b>	Lixão	1,412	1,028
<b>Q4</b>	Lixão	1,702	1,154
<b>Q1</b>	Mineração	0,284	0,280
<b>Q2</b>	Mineração	0,333	0,304
<b>Q3</b>	Mineração	0,413	0,416
<b>Q4</b>	Mineração	0,245	0,243

A análise do crescimento constitui uma parte da fisiologia vegetal em que se faz uso de fórmulas e modelos matemáticos para avaliar índices de crescimento das plantas, sendo muito deles relacionados com a atividade fotossintética (BENINCASA, 2004). Como o crescimento é avaliado por meio de variações de tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, em função da acumulação de material resultante da fotossíntese líquida, esta passa a ser o aspecto fisiológico de maior importância para a análise de crescimento.

A palma forrageira plantada na área degradada por estrada apresentou os maiores valores de Taxa Assimilatória Líquida - TAL, e a área degradada por mineração obteve os valores, conforme demonstra a tabela 21.

Tabela 21: Valores de TAL (Taxa Assimilatória Líquida) para a palma forrageira plantada em áreas degradadas do município de Picuí-PB.

<b>Quadrantes</b>	<b>Áreas</b>	<b>TAL2</b>
<b>Q1</b>	Agricultura	0,00701
<b>Q2</b>	Agricultura	0,00971
<b>Q3</b>	Agricultura	0,00937
<b>Q4</b>	Agricultura	0,01057

<b>Q1</b>	Jazida de Estrada	0,01313
<b>Q2</b>	Jazida de Estrada	0,02798
<b>Q3</b>	Jazida de Estrada	0,01273
<b>Q4</b>	Jazida de Estrada	0,01623
<b>Q1</b>	Lixão	0,02953
<b>Q2</b>	Lixão	0,01390
<b>Q3</b>	Lixão	0,00554
<b>Q4</b>	Lixão	0,00477
<b>Q1</b>	Mineração	0,00025
<b>Q2</b>	Mineração	0,00596
<b>Q3</b>	Mineração	0,00051
<b>Q4</b>	Mineração	0,00020

---

#### **4. CONCLUSÃO**

O tempo de observação para os parâmetros de fertilidade do solo demonstrou ser incipiente, quando analisado estatisticamente. A matéria orgânica destacou-se em todas as áreas analisadas, havendo um acréscimo em todas, provavelmente pelo aparecimento das raízes e pela fixação da matéria orgânica já existente nas áreas onde foram implantadas as espécies.

No modelo de recuperação de degradação proposto as espécies escolhidas sobreviveram com índices de sobrevivência que atingiram os 100 % aos 720 dias após o plantio, como foi o caso do xique-xique na área de degradação por retirada de Jazida para construção de estrada e a palma forrageira nas áreas de agricultura e jazida de estrada com índices de sobrevivência de 95 %.

Com relação à formação de biomassa destaca-se o xique-xique na área de agricultura com de peso verde de 174,15 g/planta e peso seco 38 g/planta. O facheiro também atingiu valores superiores às demais espécies na área de agricultura com 47,52 g/planta de peso verde e 7,73 g/planta de peso seco. A palma forrageira na área de agricultura aos 360 DAP atingiu 1.337,5 g/planta e 2.661,25 g/planta na área de jazida de estrada aos 720 DAP, onde desenvolveu novos cladódios com potencial produtivo de até 26.612,5 kg/há de matéria verde ao final do primeiro ano e até 50.563,75 kg/há para o segundo ano.

Com relação à área dos artículos, observou-se que ao final dos 360 DAP a área de agricultura destacou-se das demais atingindo até 206,65 cm<sup>2</sup> de área “foliar” por planta em um de seus quadrantes e aos 720 DAP destacou-se a área de estrada, apresentando plantas com até 610,0 cm<sup>2</sup> de área de artículos por planta, o mesmo acontecendo para os índices de área dos artículos.

Para os atributos fenológicos avaliados temos que o xique-xique florou e frutificou com índices de 45,0 % e 43,0 % na área degradada por mineração e na mesma área destacou-se o facheiro com índices de 36,6 % e 35,0 %, demonstrando um potencial produtivo que hoje ainda não é levado em consideração por estas espécies não apresentarem-se ainda com status de lavoura.

As espécies repovoaram a área e a partir da emissão das raízes que foi evidenciada com destaque na macambira como até 30 gramas/planta aproximadamente de peso seco em raízes. Após o surgimento das raízes, inicia-se um processo de interação

microbiológica entre os fungos micorrízicos e o solo, demonstrando a espécie ter um potencial para recompor áreas degradadas e interagir positivamente.

Estas plantas xerófilas sobreviveram, cresceram, emitiram brotações, florações, frutificaram, formaram biomassa e enraizaram de forma satisfatória em diversas áreas degradadas por tipos diferentes de antropizações, mesmo sob os mais baixos índices de pluviometria.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **O Domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras**. Teresina: UFPI, 1984. 43p.

ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; PEREIRA, M. de S. P.; PEREIRA, D. de S.; REIS, R. de G. E.; BEZERRA, A. M. E. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*. **Brasilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 11-16, 2012.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Zoneamento de riscos climáticos no estado da Paraíba. Cultura do girassol - Safra 2008/2009**. João Pessoa, 2008.

ANDRADE-LIMA, D. Estudos Fitogeográficos de Pernambuco. **Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco**, Recife, v.5, n.1, p.305-341,1960.

ANDRADE, C. T. S. **Um estudo etnobotânico da conexão homem/Cactaceae no semiárido baiano**. 2002. 102f. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Feira de Santana – BA, Feira de Santana – BA, 2002.

ANDRADE, C.T.S., MARQUES, J.G.W.; ZAPPI, D.C. Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. **Sitientibus**, Feira de Santana, v.6, n. especial, p.3-12, 2006.

AONA, L. Y. S., MACHADO, M., PANARIN, E. R., CASTRO, C. C., ZAPPI, D. & AMARAL, M. C. E. Pollination biology of three Brazilian species of *Micranthocereus* Backeb. (Cereae, Cactoideae) endemic to the “campos rupestres”. **Bradleya**,: 39–52. 2006.

BARBOSA, H. P. Tabela de composição de alimentos do estado da Paraíba: Setor agropecuário. João Pessoa: UTPB/FAPEP, 1997, 165p.

BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A. Forage, fodder, and animal nutrition. In: Nobel P. S. (Org). **Cacti: biology and uses**: Berkeley CA, USA: Ed. Universty of California Press, 2002, 199– 210.

BENINCASA, M.M.P. **Análise do crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988, 42p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42p.

BENZING, D.H.; BURT, K.M. Foliar permeability among twenty species of the Bromeliaceae. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.97, p. 269-279, 1970.

BENZING, D.H.; HENDERSON, K.; KESSEL, B.; SULAK, J. The absorptive capacities of bromeliad trichomes. **American Journal of Botany**, Cambridge, v.63, p.1009-1014, 1976.

BENZING, D.H.; SEEMAN, J.; RENFROW, A. The foliar epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and this role in habitat selection. **American Journal of Botany**, Cambridge, v.65, p. 359 – 365, 1978.

BESSA, M. N.; **A Macambira (Bromelia forrageira)**. Natal: EMPARN, 1982.

BEZERRA, N. F. **Água e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, Série Debates n° 24, dezembro, 2002.

BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, v.75, p.1437-1449, 1994.

BORCHERT, R., AND G. RIVERA. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. **Tree Physiology**, v.21, p. 213-221, 2001.

BORCHERT, S. S. RENNER, Z. CALLE, D. VAVARRETE, A. TYE, L. GAUTIER, R. SPICHIGER, AND P. HILDEBRAND. Photoperiodic induction of synchronous flowering near the equator. **Nature**, v.433, p.627-629, 2005.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2005. 32 p.

BRASIL. Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca PANBrasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.

BRÉDA, N. J. J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 392, p. 2403-2417, 2003.

BREMER, K.; CHASE, M.W.; STEVENS, P.F. Angiosperm Phylogeny Group – An ordinal classification for the families of flowering plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.85, p.531-553, 1998.

BUGIN, A.; REIS, J. L. B. C. **Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: IBAMA.1990. 96p.

CAMPAGNOLO, M.A. Sistema despolte na produção de figos verdes 'Roxo de Valinhos'. **Ciência Rural**, v.40, n.1, p.25-29, 2010.

CANTWELL, M. Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira. In: BARBERA, G.; INGLESE, P. (Eds.). **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001, p. 20-27.

CARVALHO.V.C. Abordagem multiescalar para o monitoramento de indicadores do processo de desertificação. X SBSR, 2001, **Anais...** Foz do Iguaçu: 2001, p. 1539-1551.

CAVALLARI, M. M. **Estrutura genética de populações de Encholirium (Bromeliaceae) e implicações para sua conservação**. 2004. 92p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

CHAMPMAN, C. A.; Primate seed dispersal: The fate of dispersed seeds. **Biotropica**, São Paulo, v.21, n.2, p.148-154. 1989.

CHASE, M.W.; SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S. Higher-level systematics of the monocotyledons: an assessment of current knowledge and a new classification. In: WILSON, K.L.; MORRISON, D.A. (Eds) **Monocots: systematics and evolution**. Melbourne: Csiro, 2000, p. 3-16.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, 1984. v. 3, 646 p.

CORREIA, D.; MORAIS, J. P. S.; COELHO, P. J. de; A.; ANSELMO, G. C.; NASCIMENTO, E. H. do.; J. M. T. Formação de brotos e de raízes de xique-xique in vitro. **III Congresso Brasileiro de Palma e outras Cactáceas**. Campina Grande – PB, 2009.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1261p.

DALASTRA, I.M. Épocas de poda na produção de figos verdes 'Roxo de Valinhos' em sistema orgânico na região oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2. 2009.

DAUBERNMIRE, R. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.60, p.147-170, 1972.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 92-132, 2007.

DRUMOND, M.A.; KILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, M.C.; OLIVEIRA, V.R.; ALBUQUERQUE, S.G.; NASCIMENTO, C.E.S; CAVALCANTE, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO, UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL E REPARTIÇÃO DE BENEFÍCIOS DA BIODIVERSIDADE DO BIOMA CAATINGA, 2000, Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, UFPE e Conservation International do Brasil, 2000.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; MESQUITA FILHO, I.F.; MATOS, C.W.; CABRAL, M.T. **Índice de área de cladódio de palma forrageira cv. IPA-20 submetida a diferentes espaçamentos e adubações. In: Proceedings of the Northeastern Ruminant feeding Symposium**. Teresina-PI, p.101-103, 2000.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E V. S. B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora da UFPE, 2005, p.105-128.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004, 330 p.

EVANS, L. S.; IMSON, G. J.; KIM, J. E. Relationships between numbers of stem segments on longest stems, retention of terminal stem segments and of establishment and detached terminal stem segment for 25 species of *Cylindropuntia* and *Opuntia* (Cactaceae). **Journal of the Torrey Botanical Society**, v.13, n.13, p. 195-203, 2004.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.551-5594, 2007.

FAGUNDES, J. L. **Efeito de intensidades de pastejo sobre o índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp.*** 1999, 69 p. Dissertação (Mestrado)- ESALQ, Piracicaba, 1999.

FARIAS, I; SANTOS, D.C. dos; DUBEUX JR., J.C.B. Estabelecimento e manejo do palmar. In: MENEZES R. S. C.; SIMÓES, D.A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005, p. 81-88.

FERRI, M. G., **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária e EDUSP, 1979.

FLORES VALDEZ, C. A. Produção, industrialização e comercialização de verdura de palma forrageira. In: BARBERA, G.; INGLESE, P. (Eds.). **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, p.94-102, 2001.

GERMANO, R. H.; BARBOSA, H. P.; COSTA, R. G. Avaliação da composição química e mineral de seis cactáceas do semiárido paraibano. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p.3.

GOMES, R. P. **Forragens fartas na seca**. 4 ed. São Paulo: Nobel, 1977.

GRIFFITH, P. M. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. **American Journal of Botany**, v.91, n.11, p. 1915-1921, 2004.

GUEDES, C. C.; OLIVEIRA, J. S.; FERNANDES, M. F.; OLIVEIRA, R.; DEIRO, T. C. B. J.; SOUSA, V. **Broto de Palma, sabor e nutrição**. Recife: SEBRAE/PE – FAEPE, 2004.

GUIZZO, J. **Série atlas visual das plantas**. 3.ed. São Paulo: Ed. Ática, 1994.

HOLBROOK, N.M.; WHITBECK, J.L. & MOONEY, H.A. Drought responses of neotropical dry forest trees. Pp. 243-276. In: BULLOCK, S.H.; MOONEY, H.A. & MEDINA, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

HUNT, D. R., TAYLOR, N. P.; CHARLES, G. **The New Cactus Lexicon**, 2 vols (Text & Atlas). Milborne Port: Dh books, 2006.

INGLESE, P. **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985.

LACERDA, A. V. & BARBOSA, F. M. **Matas ciliares no domínio das caatingas**. Editora Universitária/UFPB, João Pessoa. 150p. 2006.

LACERDA, Z. C. Recuperação de áreas degradadas: Interural. **A revista do agronegócio**, Uberlândia, p. 26- 28, maio de 2012.

LAMPE, M.G.; BERGERON, Y.; MCNEIL, R. & LEDUC, A. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semi-arid vegetation of northeastern Venezuela. **Biotropica**, v.24, n.1, p. 64-76, 1992.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER Jr., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.139-146, 2005.

LEITE, M. L. de M. V. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semiárido paraibano**. 2009. 186 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba - Areia: UFPB/CCA, 2009.

LEME, E.M.C; MARIGO, L.C. **Bromélias na natureza**. Rio de Janeiro: Marigo Comunicação Visual, 1993.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: H. LIETH (ed.). **Phenology and seasonality modeling**. Ecological Studies 8. Berlin: Springer-Verag, p.3-19,1974.

LIMA, M.R. de; SIRTOLI, A.E.; PREVEDELLO, B.M.S.; WISNIEWSKI, C.; ALMEIDA, L. de; MACHADO, M.A. de M.; MARQUES, R. **Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos, Projeto Solo Planta, 2000.

LIMA, E. E. **Produção e armazenamento da farinha de facheiro**. 96f, 2006. Campina Grande, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

LIMA, A. L. A. **Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semiárido do Nordeste brasileiro** 75f, 2007. (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

LIMA, A. K V. de O.; GOMES, J. P. SILVA, F. L. H da & PEREIRA. F. C; **Caracterização sensorial de umbuzadas formuladas com palma forrageira para merenda escolar**; Revista Educação Agrícola Superior. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS - v.26, n.2, p.113-117, 2011.

LIRA, M de, A; SANTOS, M. V. F; CUNHA, M, V da; MELLO, A. C. L; FARIAS, I.; SANTOS, D. C. Utilização da Palma Forrageira na Pecuária Leiteira do Semiárido. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 2, p.107-120. 2005.

LOCATELLI, E. & MACHADO, I. C. S. **Floral biology of *Cereus fernambucensis*: a sphingophilous cactus of restinga**. *Bradleya* : 86–94, 1999.

LOPES, J. da S.; JAEGER, S.M.P.L.; TAVARES, J.T. de Q.; SILVA, A.M. da; LEDO, C.A.S. Composição bromatológica da palma forrageira (*Nopalea cochenilifera* Salm Dyck) amonizada. **Revista Magistra**, v. 17, n. 3, p. 107-113, 2005.

LUCENA, E. A. R. M. **Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de *Pilosocereus Byles & Rowley* (CACTACEAE) no Nordeste do Brasil**. Tese, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

LUCENA, C. M. de; COSTA, G. M. da; SOUSA, R. F. de; CARVALHO, T. K. N.; MARREIROS, N. de 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). **Revista Biotemas**, Santa Catarina, v. 25, n. 3, p.281-291, 2012.

LUETZELBURG, P. V. **Estudo botânico do Nordeste**. Rio de Janeiro: Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas, v.3, n.57, Série 1-A, 1923.

LUTHER, H.E. **An alphabetical list of bromeliad binomials**. Sarasota: The Bromeliad Society International, 2000.

MACHADO, I.C.S.; BARROS, L.M. & SAMPAIO, E.V.S.B. Phenology of caatinga at Serra Talhada, PE, northeastern Brasil. **Biotropica**, v.29, n.1, p. 57-68, 1997.

MANDUJANO, M. C. GOLUBOV, J., MONTAÑA, C., MAUSETH, J. D.; PLEMONSRODRIGUEZ, B. J. Evolution of extreme xenomorphic characters in woody: a study of nine evolutionary lines in Cactaceae. **American Journal of Botany**, v.85, p.209-218 1998a.

MANDUJANO, M. C.; MONTAÑA, C.; MÉNDEZ, I.; GOLUBOV, J. The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrera* from two habitats in the Chihuahuan desert. **Journal of Ecology**, v.86, p. 911-921, 1998b.

MEDEIROS, S. de S.; CAVALCANTE, A. de M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. de M.; SALCEDO, I. H.; **Sinopse do Senso Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. INSA, Campina Grande, 2012. 103 p. il.

MEDINA, E. Eco-fisiologia y evolution de las Bromeliaceae. **Boletín Academia Nacional Ciências**, Argentina v.59, p. 72-100. 1990.

MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.282-289, 2004.

MENDES, B. V. **Preservação da biodiversidade e, em particular, das caatingas do semiárido do Nordeste do Brasil**. Mossoró: Coleção Mossoroense, Série B, 1992.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Agricultura sustentável no semiárido nordestino. In: OLIVEIRA, T. S.; ROMERO, R. E.; ASSIS JR., R. N.; SILVA, J. R. C. S. 46 (Eds.) **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: SBCS / DCS-UFC, 2000, p.20-46.

MIRANDA, J. C. C.; HARRIS, P. J.; WILD, A. Effects of soil and plant phosphorus concentrations on vesicular arbuscular mycorrhiza in sorghum plants. **New Phytologist**, Cambridge, Grã-Bretanha, v.112, n.3, p.405-410, 1989.

MMA. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Conservação da Biodiversidade**. PORTALBio. 2011. <<http://w.mma.gov.br>> acesso em 20/06/2013.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas semidecíduas da serra do Japí. **Revista Brasileira de Biologia**, Jundiaí, v.50, n.5, p. 163-173, 1990.

NASCIMENTO, E. H. S. do. **Crescimento inicial de mudas de *Pilosocereus gounellei* subsp. *gounellei* em diferentes substratos**. 2011. 59 f. Monografia (Graduação), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

NERD, A. MIZRAHI, Y. 1997. Reproductive biology of cactus fruit crops. **Horticultural Reviews**, v.18, p.321-347.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. Biologia reprodutiva. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma-forrageira** (FAO/SEBRAE, eds.). João Pessoa, Paraíba, Brasil, SEBRAE. p. 49-57, 2001.

NOVOA, S.; CERONI, A. & ARELLANO, C. Contribución al conocimiento de la fenología del cactus *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseifolia* (Werdermann & Backeberg) Ostolaza (Cactaceae) en el valle do rio Chíllon. **Ecología Aplicada** Lima, v.4, n.1,2, p. 35- 40, 2005.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.917-923, jul. 2008.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 2006, 112p.

PAVÓN, N.P. & BRIONES, O. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. **Journal of Arid Environments**, v.49, p.265-277, 2001.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V. da; PEIXOTO, M DE. F. S. P. Análise Quantitativa do Crescimento de Plantas: Conceitos e Prática. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, vol.7, n.13; 2011.

PEREIRA, R. M. A; ARAÚJO FILHO, J.A.; LIMA, R. V.; PAULO, F. D. G.; LIMA, A.O.N. & ARAÚJO, Z.B. Estudo fenológico de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.20, n.(1/2), p.11-20, 1989.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A de; BARBOSA, M. R. de V.; SAMPAIO, E. V. S. B. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, Agreste Paraibano. **Acta Bot. Bras**, São Paulo, v.15, n.3, set/dez. 2001.

PEREIRA, J. L. **Estrutura demográfica e fenologia reprodutiva de *Cereus Hildmannianus* K. Schum. (Cactaceae), em uma restinga arbustiva do município de Jaguaruna, Santa Catarina.** 2009. 61f. [Dissertação] - Florianópolis, SC, 2009.

PEREIRA, F. C. **Metodologias para recuperação de áreas degradadas no Semiárido da Paraíba utilizando o xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e a macambira (*Bromelia laciniosa*).** 88p. 2010. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, 2010.

PEREZ, L.E.P.; KERBAUY, G.B. **Citocininas.** In: KERBAUY, G.B. (Ed). **Fisiologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005, p.250-278.

PINTO, M. do S. de C. **Avaliação de características do solo e do sistema radicular da palma forrageira no cariri ocidental da Paraíba.** 52f. 2002. (Monografia de graduação).Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2002.

PORSCH, O. Cactaceae. In: Druck, J. (Ed.). **Das Bestäubungsleben der Kakteen-blüte II. Cactaceae** (DKG), p. 81-142, 1939.

PRIMAVESI, A.; **Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais.** São Paulo-SP, Nobel, 2002.

PRUSKI, F.F. **Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica** – Viçosa, 2ed., UFV, 2011.

QUIRINO, Z. G. M. **Fenologia, síndromes de polinização e dispersão e recursos florais de uma comunidade de Caatinga no Cariri paraibano**. 164p. 2006. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, 2006.

REICH, AND R. BORCHERT. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.72, p.61-74, 1984.

REYES, J. S. Métodos para la propagación de Cactáceas Mexicanas. **Amaranto**, México, v. 7, n. 2, p. 1-12, 1994.

REYES-AGÜERO, J. A.; AGUIRRE, R. J. R.; VALIENTE-BANUET A. Reproductive biology of Opuntia: a review. **Journal of Arid Environments**, v.64, p- 549-585, 2006.

RIVERA, S. ELLIOTT, L. S. CALDAS, G. NICOLSSI, V. T. R. CORADIN, AND R. BORCEHRT. Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain. **Trends in Ecology and Evolution**. v.16, p.445-456, 2002.

ROCHA, E. A. & AGRA, M. F. 2002. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. **Acta bot. bras.** v.16, n.1, p.15-21, 2002.

ROJAS-ARÉCHIGA, M. R.; VÁZQUEZ-YANES, C. V. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**, v. 44, p. 85-104, 2000.

RUBIO, F. J.; ORTUÑO, M. V. El cultivo de la chumbera para la producción de higos de “retallo”. **Hojas Divulgadoras**, Madrid, n. 15, p.16, 1983.

RUIZ, A.; SANTOS, M.; CAVALIER, J. Estudio fenológico de Cactáceas en el enclave seco de la Tatacoa, Colombia. **Biotropica**, v.32, n.3, p. 397-407, 2000.

RUIZ-ESPINOZA, F.H.; ALVARADO-MENDOZA, J.F.; MURILLO-AMADOR, B.; GARCIA-HERNÁNDEZ, L.; PARGAS-LARA, R.; DUARTE-OSUNA, J. de D.; BELTRANI-MORALES, F.A.; FENECH-LARIOS, L. **Rendimiento y crecimiento de nopalitos de cultivares de nopal (Opuntia ficus-indica) bajo diferentes densidades de plantación**. 2008. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 05 de agosto de 2013.

SANTANA, M. O. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil / MMA, Secretaria de Recursos Hídricos**. Universidade Federal da Paraíba. Brasília: MMA, 2007.

SANTOS, D.C. **Estimativa de parâmetros genéticos em caracteres de clones da palma forrageira** (*Opuntia ficus-indica*, Mill. e *Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck). 119 p. 1992. Dissertação de mestrado- Recife: UFRPE, 1992.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M de A.; ARRUDA, G.P de.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.. **Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006.

SCOGIN, R. Nectar constituents of the Cactaceae. **Southwest**. P.77-82. 1985.

SHEINVAR, L. Cactáceas. In: REITZ, R. (ed.) **Flora Ilustrada Catarinense**. 1985.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006.

SEGANTINI, D. M.; TORRES, L. M.; BOLIANI, A. C.; LEONEL, S. Fenologia da Figueira-da-índia em Selvíria. Comunicação Científica. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 2, p. 630-636, Junho 2010.

SILVA, J. G. M. **Utilização de cactáceas nativas (Cereus jamacaru DC. e Pilosocereus gounellei (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) associadas à silagem de sorgo na alimentação de bovinos no Seridó Norte-rio-grandense**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998.

SILVA, J. G. M.; SILVA, D. S.; FERREIRA, M. A.; LIMA, G. F. C.; MELO, A. A. S.; DINIZ, M. C. N. M. Xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1408-1417, 2005.

SILVA, J. G. M.; LIMA, G.F.da C.; MACIEL, F. C.; AGUIAR, E. M. DE; ARAÚJO, M de S.; **Utilização e manejo do xique-xique e mandacaru como reservas estratégicas de forragem**, EMPARN, Natal, 2007.

SILVA, M. L. A. **Diagnóstico da arborização da praça Gilson Serra e Silva do município de Teresina – PI**. Curso de Especialização em Paisagismo e Manejo Ambiental, da UEPI, Teresina, 2006.

SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. **Flora Neotropica Monograph**. New York: Hafner Press, 1974.

SMITH, S. E.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Physiological interactions between symbionts in vesicular arbuscular mycorrhizal plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 39, p. 211-244, 1988.

SOUZA FILHO, F. de A. Política nacional de recursos hídricos: Desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

SUDZUKI HILLS, F. Anatomia y morfología. In: JIMENEZ, E.J.A. (Coord.). **Agroecología, cultivo y usos del nopal**. Roma: FAO, 1999, p. 29-36.

TALORA, D.C.; MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.

TAYLOR, N. P. The genus *Melocactus* (Cactaceae) in Central and South America. **Bradleya**, v. 9, p.1-80, 1991.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. C. An alternative view of generic delimitation and relationships in tribe Cereeae (Cactaceae). **Bradleya**, v.7, p.13-40, 1989.

TAYLOR, N. P. & ZAPPI, D. C. **Cacti of Eastern Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew, 499p, 2004.

THE NATURE CONSERVANCY DO BRASIL e ASSOCIAÇÃO CAATINGA. **Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga - Unidades de Conservação na Caatinga**. Documento para discussão no GT estratégia para conservação, Petrolina, 2000.

TOMLINSON, P. B. Comelinales - Zingiberales. In: C.R. Metcalfe (ed.). **Anatomy of the monocotyledons: III**. Oxford, 1969, Claredon Press, p. 193-294.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, I. B. Solos e Desertificação no Sertão Paraibano. **Cadernos do Logepa**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, v.6, n.2, p. 101- 114, 2011.

VAINSENER, S. A. **Macambira**. Pesquisa Escolar On-Line, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. 2009. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br>>. Acesso em: 25 de maio de 2013.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1975.

ZAPPI, D.C., Pilosocereus (Cactaceae). The genus in Brazil. **Succulent Plant Research**, v. 3, n.1, p. 160, 1994.

WATSON, D. J. Comparative physiological studies on growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v. 11, p. 41-76, 1947.