



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA-PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

**APORTE DE SERRAPILHEIRA, FENOLOGIA DA CATINGUEIRA E
DINÂMICA DO CO₂ DO SOLO EM ÁREAS DA CAATINGA NO CARIRI
PARAIBANO**

NATÁLIA VIANA DA SILVA

**AREIA-PB
2019**

NATÁLIA VIANA DA SILVA

**APORTE DE SERRAPILHEIRA, FENOLOGIA DA CATINGUEIRA E
DINÂMICA DO CO₂ DO SOLO EM ÁREAS DA CAATINGA NO CARIRI
PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentando ao Colegiado do Curso de
Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal da Paraíba, como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Aline Mendes Ribeiro Rufino

**AREIA-PB
2019**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586a Silva, Natalia Viana da.

Aporte de serrapilheira, fenologia da catingueira e dinâmica do CO₂ do solo em áreas da Caatinga no Cariri paraibano / Natalia Viana da Silva. - Areia, 2019.

55 f. : il.

Orientação: Aline Mendes Ribeiro Rufino.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Dinâmica de ecossistemas. 2. Deposição. 3. Fenofases. 4. Sazonalidade. 5. Semiárido. I. Rufino, Aline Mendes Ribeiro. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA


DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO


Aprovada em 18/10/2019.

**“APORTE DE SERRAPILHEIRA, FENOLOGIA DA CATINGUEIRA E
DINÂMICA DO CO₂ EM ÁREAS DA CAATINGA NO CARIRI
PARAIBANO”**


Autor: NATÁLIA VIANA DA SILVA


Banca Examinadora:


Prof.^a Dr.^a Aline Mendes Ribeiro Rufino
Orientadora


Dr. Divan Soares da Silva
Examinador


MSc. Marilania da Silva Santos
Examinador – PDIZ/CCA/UFPB


Josemberto Rosendo da Costa
Secretário do Curso


Prof.^a Adriana Evangelista Rodrigues
Coordenadora do Curso

Aos meus pais, Eustáquio e Francisca pelo apoio e incentivo indescritível.

A minha família base das minhas conquistas.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força e ser meu abrigo.

Aos meus pais, Eustáquio Francisco da Silva e Francisca de Assis Viana, por todos os ensinamentos e apoio durante toda essa jornada acadêmica e na vida.

Aos meus irmãos pelas palavras otimistas e encorajamento, mesmo diferentes nos apoiamos, em especial a Elizeu Antônio (*In memoriam*) pela força que me ensinou.

Aos meus sobrinhos, Jonas Victor, Isaque Leão e Clara Sofia, contem sempre comigo.

A minha família que superou minha ausência muitas vezes para poder chegar até aqui e acreditar na minha capacidade.

Agradeço em especial a minha prima Camila, a minha tia Maria Aparecida (*In memoriam*) e ao meu avô, grande poeta, Olívio Martins Viana (*In memoriam*).

Aos meus amigos, Arthur Cicero, Aline Cavalcante, Karen Teixeira, e em especial a Everton Oliveira, pelos encontros divertidos e mesmo pela distância permanecemos unidos.

A minha amiga, Cynthia Crystiane Cassimiro dos Santos, que me aconselhou e me acompanhou em toda graduação, em estudos e na vida.

Ao meu namorado, Gemerson Machado de Oliveira, que sempre está ao meu lado, obrigada pela parceria, pelos ensinamentos e compreensão.

A minha turma de graduação 15.1, entre tantas divergências existiram momentos de união.

Ao grupo de amigos 15@, em especial a Cynthia Crystiane, Ronaldo Gomes, Sérgio Fidelis, Larissa Cândido, Deborah Gomes, Luany Marciano, Guilherme Medeiros, Andreza Macedo, Pedro Henrique e Ítalo Gabriel, obrigada pela parceria, pelas conversas, pelos momentos de trabalho e os momentos de diversão, terei sempre boas lembranças.

Ao professor Divan Soares da Silva, pela orientação na iniciação científica, agradeço por compartilhar seus conhecimentos científicos e pela oportunidade concedida.

A professora Aline Mendes Ribeiro Rufino, por ter me orientado neste trabalho e por toda ajuda, mostrando os caminhos e ensinamentos para alcançar o objetivo, obrigada pela disponibilidade sempre que solicitada.

Ao professor Walter Esfrain Pereira, pela disponibilidade e atenção no atendimento estatístico, muito obrigada.

Ao professor Hugo, pelo compartilhamento dos dados e treinamento sobre a coleta dos dados da estação climatológica da Estação Experimental de São João do Cariri.

Agradeço ao professor Divan e a mestra Marilania por aceitarem participar da banca examinadora deste Trabalho de Conclusão de Curso.

A todos os professores do curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, e suas contribuições com o meu aprendizado.

Ao grupo de pesquisa Lavoura Xerófila, pelo aprendizado em experimentos, e em especial a Italvan, Géssica, Leandro, Janieire, Ribamar e Adeilson.

Ao grupo de estudos em manejo de pastagens (GEMPasto), pelas reuniões de estudos e compartilhamento de conhecimentos.

Aos amigos que a universidade me proporcionou, Rafael Lopes, Nathalia Oliveira e Jorge Henrique.

Agradeço a Robério Oliveira, pelas contribuições na escrita.

Aos que colaboraram para a condução deste experimento, Jorge Henrique, Deborah Gomes, Ricardo Araújo, Pedro Henrique, Ronaldo Gomes, João Victor, Aderson Pedro, Cynthia Crystiane e Gemerson Oliveira.

Aos funcionários da Estação Experimental de São João do Cariri, Netinho, Marciene, Alexandre e aos demais funcionários.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela ajuda financeira para execução do experimento e a bolsa de iniciação científica (PIBIC).

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta na execução desta pesquisa.

A TODOS MINHA GRATIDÃO!

De tudo, ficaram três coisas:
A certeza de que estamos sempre começando...
A certeza de que é preciso continuar...
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...
PORTANTO, DEVEMOS...
Fazer da interrupção um caminho...
Da queda, um passo de dança...
Do medo, uma escada...
Do sonho, uma ponte...
Da procura, um encontro.

Fernando Sabino

RESUMO

O bioma Caatinga possui uma vegetação em maioria caducifólia, como mecanismo de perda de folhas para minimizar a perda de água, por conta das condições edafoclimáticas da região Semiárida em que está inserida. O estudo dos aspectos relacionados a deposição de serrapilheira e as interações dos processos com parâmetros climáticos e edáficos são necessários para melhorar a compreensão do comportamento da vegetação e suas variações principalmente em regiões semiáridas, pois isto contribui para o uso de adequadas práticas de manejo e convivência. O objetivo do trabalho foi de estimar a contribuição da deposição de serrapilheira da catingueira, avaliar a fenologia da espécie e verificar as concentrações de CO₂ do solo em áreas de caatinga no Cariri paraibano. O experimento foi realizado em uma área de Caatinga localizada na Estação Experimental de São João do Cariri – PB, sendo a área experimental constituída de 2 piquetes, tendo como diferença o manejo realizado anteriormente ao experimento com diferentes intensidades de pastejo, onde a Área I que foi manejada com a presença de 10 animais e a Área II com ausência de animais. Para quantificar o aporte de serrapilheira foram selecionadas 3 plantas catingueiras em cada área e instalados 4 coletores com dimensões de 1,2 × 0,5 m sob a copa de cada indivíduo. O material coletado foi fracionado (folhas, galhos, material reprodutivo e miscelâneas) para estimar a percentagem de contribuição de cada fração. A fenologia foi realizada por meio da seleção de 20 indivíduos, registrando-se a percentagem de folhas na copa dos indivíduos e associando as fenofases brotamento, floração, frutificação e senescência. A dinâmica de CO₂ foi realizada seguindo três transectos paralelos de 200 m, onde foram demarcados 10 pontos de leitura em cada transecto. A leitura foi realizada nos horários de 6, 11 e 16 horas, utilizando o aparelho Analisador de Dióxido de Carbono modelo C-02 (Instrutherm[®]). Durante o período de avaliação foi registrada precipitação pluvial de 504,7 mm de chuvas e produção total estimada de serrapilheira de 376,03 kg ha⁻¹ na área I e 497,55 kg ha⁻¹ na área II. Em relação a fenologia, os indivíduos da Área I apresentaram uma reposta fenológica maior do que os indivíduos da Área II, concentrando o maior percentual de total de folhas durante todo período experimental. Na dinâmica do CO₂ do solo houve diferença estatística entre os horários, entre os meses e entre as áreas avaliadas, com maiores concentrações na Área II nos meses de fevereiro, março e setembro no horário de 11 horas. A catingueira é uma espécie que contribui com o aporte de serrapilheira em áreas de Caatinga, onde a precipitação influencia a abscisão foliar, e a fração folhas contribui predominantemente na matéria seca do aporte. A sua fenologia responde aos pulsos de precipitação, onde a intensidade e duração das fenofases é de acordo com a amplitude e frequência das chuvas. As maiores concentrações de CO₂ do solo ocorre na área com manejo sem caprinos, às 11 horas, tendo influências da temperatura e da umidade relativa do ar nas concentrações.

Palavras-chave: Dinâmica de ecossistemas. Deposição. Fenofases. Sazonalidade. Semiárido.

ABSTRACT

The Caatinga biome has mostly deciduous vegetation, as a mechanism of leaf loss to minimize water loss, due to the edaphoclimatic conditions of the semiarid region in which it is inserted. The study of aspects related to litter deposition and the interactions of processes with climatic and soil parameters are necessary to improve the understanding of vegetation behavior and its variations mainly in semiarid regions, as this contributes to the use of appropriate management practices and coexistence. The objective of this work was to estimate the contribution of the litter deposition of the catingueira, to evaluate the phenology of the species and to verify the soil CO₂ concentrations in caatinga areas in Paraíba Cariri. Experiment was carried out in a Caatinga area located in the São João do Cariri Experimental Station - PB, and the experimental area consisted of 2 pickets, where Area I was managed with the presence of 10 animals and area II without animals. To quantify the litter input, 3 catingueira plants were selected in each area and 4 collectors with dimensions of 1.2 × 0.5 m were installed under the crown of each individual. Collected material was fractionated (leaves, branches, reproductive material and miscellaneous) to estimate the percentage contribution of each fraction. Phenology was performed by selecting 20 individuals, recording the percentage of leaves in the crown of individuals and associating the phenophases budding, flowering, fruiting and senescence. CO₂ dynamics was performed following three parallel transects 200 m, where 10 reading points were marked in each transect. Reading was performed at 6, 11 and 16 hours, using the model C-02 Carbon Dioxide Analyzer (Instrutherm®). Rainfall of 504.7 mm was recorded during the evaluation period and total estimated litter yield of 376.03 kg ha⁻¹ in area I and 497.55 kg ha⁻¹ in Area II. Regarding phenology, individuals from Area I presented a higher phenological response than individuals from Area II, concentrating the highest percentage of total leaves throughout the experimental period. In the dynamics of soil CO₂ there was a statistical difference between the hours, between months and between the evaluated areas, with higher concentrations in Area II in the months of february, march and september at 11 hours. Catingueira is a species that contributes to litter input in Caatinga areas, where precipitation influences leaf abscission, and the leaves fraction contributes predominantly to dry matter of the input. Its phenology responds to the precipitation pulses, where the intensity and duration of the phenophases are according to the amplitude and frequency of the rains. Highest concentrations of soil CO₂ occur in the area without goat management at 11 o'clock, having influences of temperature and relative humidity in the concentrations.

Keywords: Ecosystem dynamics. Deposition. Phenophases. Seasonality. Semi-arid.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Áreas experimentais localizadas na Estação Experimental de São João do Cariri .	25
Figura 2. Precipitação pluvial diária (mm) durante o ano de 2018 (A) e do período de janeiro a setembro de 2019 (B) na Estação Experimental de São João do Cariri	26
Figura 3. Distribuição espacial dos coletores sob a copa da catingueira para interceptação do aporte e coletor de madeira na Estação Experimental de São João do Cariri	27
Figura 4. Frações da serrapilheira: folhas (A), galhos (B), material reprodutivo (C) e miscelâneas (D)	28
Figura 5. Aparelho portátil Analisador de Dióxido de Carbono modelo C-02 (Instrutherm [®]) e balde em formato cilíndrico para realização das leituras das concentrações de CO ₂ na Estação Experimental de São João do Cariri	29
Figura 6. Aporte mensal de serrapilheira (kg ha ⁻¹) da catingueira em duas áreas de Caatinga (Área I e II) e precipitação pluvial diária durante o período de avaliação de outubro de 2018 a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri	31
Figura 7. Ocorrência de folhas verdes (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri	34
Figura 8. Ocorrência de folhas amarelas (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri	35
Figura 9. Ocorrência total de folhas (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri	36
Figura 10. Ocorrência de flores (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri	36
Figura 11. Ocorrência de frutos (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri	37
Figura 12. Média da temperatura (°C) e da umidade relativa do ar (%) na área I (A) e na área II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri	43

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Características químicas e físicas do solo de duas áreas de Caatinga na Estação Experimental de São João do Cariri	25
Tabela 2. Frações da serrapilheira da catingueira aportadas durante o pico de produção em duas áreas de Caatinga na Estação Experimental em São João do Cariri	33
Tabela 3. Correlação de Spearman (ρ) entre a precipitação pluvial e as fenofases de brotamento (FV), Senescência (FA), Floração (Flor) e Frutificação (Fruto) da catingueira durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri (***) $p < 0,001$	38
Tabela 4. Concentrações de CO ₂ do solo em relação as áreas experimentais durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019, em duas áreas de Caatinga na Estação Experimental em São João do Cariri	38
Tabela 5. Concentrações de CO ₂ do solo em relação aos meses durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019, em duas áreas de Caatinga na Estação Experimental em São João do Cariri	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. Caracterização do bioma Caatinga	13
2.2. Importância da serrapilheira em áreas de caatinga	14
2.3. Padrões fenológicos de plantas caducifólias da Caatinga.....	16
2.4. Caracterização e importância da catingueira em áreas de Caatinga	18
2.5. Emissões de CO ₂ do solo-atmosfera no bioma Caatinga	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Área de estudo	24
3.2. Dados climáticos.....	26
3.3. Aporte de serrapilheira da catingueira	26
3.4. Fenologia da catingueira	28
3.5. Dinâmica do CO ₂ do solo	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Aporte de serrapilheira da catingueira	31
4.3. Fenologia da catingueira	34
4.4. Dinâmica do CO ₂ do solo	38
5. CONCLUSÃO.....	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga ocupa uma área de aproximadamente 11% do território nacional, sendo um bioma exclusivamente brasileiro (MENEZES et al., 2012) e está inserido em uma região semiárida (DRUMOND et al., 2008) comumente caracterizada pela distribuição irregular das chuvas combinada com uma elevada evapotranspiração (QUEIROZ, 2009). Os habitantes dessa região sobrevivem em sua maioria dos recursos oriundos da Caatinga, sendo um dos motivos para uma maior alteração deste bioma (HAUFF, 2010).

Devido a ocorrência descontínua da precipitação ao longo do ano nesta região, os eventos de chuvas são vistos como pulso, interpulso e pulso reserva que atuam desencadeando processos na vegetação (ANDRADE et al., 2006), tendo assim relação sobre a fisiologia das plantas e sobre a liberação de carbono, por meio da atuação das chuvas sobre a atividade microbiana e também da atividade fotossintética, relação esta comumente observada em regiões áridas e semiáridas (HUXMAN et al., 2004).

Entre as espécies endêmicas da Caatinga, a *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, de nome vulgar catingueira, devido ao odor das suas folhas verdes após a rebrota (MATIAS; SILVA; DANTAS, 2017), é uma das espécies mais abundantes em áreas de Caatingas, sendo uma leguminosa arbórea e de comportamento caducifólio, perdendo suas folhas no início do período seco (PARENTE et al., 2012). Esta espécie é comumente relatada em trabalhos como de alta densidade em áreas de Caatinga (COSTA et al., 2010; HENRIQUES et al., 2016; HOLANDA et al., 2017).

A formação da serrapilheira ocorre pela caducifolia e/ou senescência, quando este material da copa das árvores se aporta sobre o solo, sendo constituída de um conjunto de matérias orgânicas de origem vegetal e/ou animal. As suas funções de proteção do solo e de retenção de umidade são extremamente significativas em áreas de Caatinga, pois protege os solos descobertos da radiação solar e preserva água no solo (HOLANDA et al., 2017), além de ser um importante recurso forrageiro para os rebanhos criados em sistemas extensivos ou semi-intensivos em áreas de Caatinga (ARAÚJO FILHO, 2013).

A cobertura do solo pela serrapilheira contribui para o equilíbrio dinâmico do ambiente, assim além do monitoramento do aporte de serrapilheira e da fenologia das espécies, é fundamental conhecer outros parâmetros como o fluxo do dióxido de carbono (CO₂) do solo.

O CO₂ é um dos principais gases constituintes da camada de ozônio, e as suas concentrações na atmosfera estão diretamente relacionadas ao crescimento vegetal, interações animal-planta e a ciclagem de nutrientes (BUSTAMANTE; OMETTO; MARTINELLI, 2017).

De acordo Cardoso e Andreote (2016) o seu nível de emissão é influenciado pela qualidade do solo e pelas perturbações ocasionadas através de um incorreto manejo, onde uma das formas de analisar sua liberação é por meio da respiração dos microrganismos presentes no solo, que atuam como indicador biológico.

A compreensão do comportamento da vegetação e suas variações principalmente em regiões semiáridas é fundamental, pois as características fisiológicas e morfológicas deste bioma são estritamente relacionadas ao clima, assim como a dinâmica de CO₂ do solo em relação a temperatura e umidade, sendo uma forma de monitorar a degradação do solo, permitindo o uso de adequadas práticas de manejo e convivência.

Diante do exposto, teve-se por objetivo estimar a contribuição da deposição de serrapilheira da catingueira, avaliar a fenologia da espécie, além de verificar os valores de CO₂ do solo em áreas de Caatinga anteriormente submetidas, ou não, ao pastejo caprino no Cariri paraibano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização do bioma Caatinga

O bioma Caatinga abrange uma área de cerca de um milhão de quilômetros quadrados, em grande parte se sobrepondo à região semiárida (MENEZES et al., 2012). É um bioma restrito ao território nacional e está inserido na região semiárida, comumente caracterizada pela irregularidade de chuvas e por estações bem definidas: estação chuvosa e seca (ANDRADE et al., 2008), sendo considerado o quarto maior ecossistema do Brasil (SILVA et al., 2017).

A irregularidade das chuvas se torna marcante da região por afetar o crescimento da vegetação e impactar socialmente e economicamente a população local (RIBEIRO et al., 2016), mas de acordo com Maciel et al. (2012) a região do Semiárido é vista com grande potencial de produção pecuária, principalmente de pequenos ruminantes. O recurso alimentar desta vegetação é utilizado na época de chuvas, mas são realizadas poucas práticas de cultivo e manejo das espécies nativas que são adaptadas as condições climáticas da região e podem ser utilizadas como recurso forrageiro durante todo o ano, sendo necessário compreender e aplicar práticas de convivência (ANDRADE et al., 2006).

A vegetação que compõe este bioma tem como características a sua morfologia, fisiologia e ecologia das espécies que possuem processos biológicos de ordem genética que permitem a sua adaptação as características edafoclimáticas do bioma e assim da região semiárida em que se está inserida (COSTA et al., 2010; LIMA et al., 2015). Como mecanismo de defesa as espécies vegetais desenvolveram a capacidade de armazenar água, raízes superficiais, redução da área foliar, perdas de folhas no início da época seca e cutículas espessas (SANTOS, 2012).

Neste bioma a degradação é algo comum, realizando-se desmatamento da área de pastagem nativa para implantação de culturas e pastagens cultivadas, ocasionando desequilíbrio do solo, fauna e elementos climáticos (SANTOS, 2012). Assim, associa-se a degradação do bioma Caatinga a constante exploração por recursos energéticos como a madeira, algo comum desde a crescente demanda advinda do início do desenvolvimento do Brasil sem um planejamento adequado de uso desses recursos (HENRIQUES et al., 2016) e também a prática de agricultura itinerante em que se promove queimadas para iniciar um novo plantio (HOLANDA et al., 2017), onde menos de 2% da área é de cultura permanente (MENEZES et al., 2012).

Como descrito por Gonzaga Neto et al. (2001) a Caatinga constitui-se na mais importante fonte de alimentação para os rebanhos desta região, chegando a participar em até 90% da dieta de caprinos e ovinos. Os mesmos autores e Santos (2012) descrevem também que a massa de forragem no Semiárido é relacionada a demanda hídrica, ou seja, na época de chuvas apresenta maior quantidade de fitomassa, principalmente no estrato herbáceo, mas na época seca a quantidade reduz consideravelmente. Segundo Moreira et al. (2006) neste período a folhagem das espécies lenhosas passa a constituir a alimentação animal, sendo a principal fonte de forragem neste período.

Assim, se torna imprescindível ter compreensão para explorar de forma sustentável, administrando os recursos disponíveis e a produção agropecuária de forma a respeitar a fisiologia deste bioma e da natureza como um todo, onde o conhecimento contribuirá para uso dos recursos forrageiros existentes no Semiárido que são fonte proteica de qualidade para a alimentação animal, mas que são pouco utilizados e seu uso com sustentabilidade ainda é visto como um desafio (ANDRADE et al., 2010).

Estudos realizados em ecossistemas naturais é importante para o melhor entendimento do comportamento das características intrínsecas dos ecossistemas, como o processo de deposição da serrapilheira, incluindo as taxas anuais de queda do material decíduo, especialmente em condições semiáridas, onde há grande ocorrência de solos com baixos níveis de nutrientes por ser um fator chave na manutenção dos nutrientes no ecossistema (SILVA et al., 2015).

2.2. Importância da serrapilheira em áreas de caatinga

O bioma Caatinga possui, em sua maioria, espécies caducifólias que apresentam o mecanismo de perda de suas folhas na ausência de água e quando este material é aportado sobre o solo, forma a camada orgânica, denominada de serrapilheira (HENRIQUES et al., 2016), essa deposição contribui para melhorar aspectos do solo, como uma melhor retenção de umidade na camada superficial (SANTANA & SOUTO, 2011).

A caducifólia é um resultado dos processos metabólicos oriundos da fisiologia das espécies, que atua promovendo a queda das folhas quando expostas ao déficit hídrico como mecanismo de minimizar as perdas de água (SANTANA & SOUTO, 2011), sendo um dos principais mecanismos de defesas das espécies em resposta ao déficit hídrico, impulsionando maiores taxas de aporte de serrapilheira (COSTA et al., 2010).

A deposição de serrapilheira varia em função de vários estímulos de fatores abióticos e bióticos, que dependem das características de cada ecossistema (ANTONELI &

FRANCISQUINI, 2014). Dentre esses fatores, pode ser citado o tipo vegetacional, o relevo, a precipitação pluvial, a temperatura e a luminosidade (ANDRADE et al., 2008), sendo os dois fatores mais atuantes para sua formação, a redução do teor de umidade do solo, ocasionado pela irregularidade das chuvas e a própria característica caducifólia de algumas espécies que compõe a vegetação deste bioma, além da temperatura (ESPIG et al., 2009; SANTANA & SOUTO, 2011).

Os estudos acerca da deposição de serrapilheira são importantes, pois buscam compreender a sua produção em diferentes ecossistemas através do mesmo comportamento climático, contribuindo para compreensão de modelos regionais, onde as quantidades produzidas podem variar dentro de um mesmo fragmento, dependendo do grau de degradação da área (ANTONELI & FRANCISQUINI, 2014).

A serrapilheira é constituída de folhas, galhos, cascas, material reprodutivo e miscelâneas (material de origem vegetal e/ou animal não identificado) (ANDRADE et al., 2008; COSTA et al., 2010). Dentre os seus constituintes, a fração folhas da serrapilheira pode ser utilizada de forma isolada para estimar a produção em um ecossistema, considerando que é uma fração pouco variável nas avaliações e apresenta pequena variação na distribuição espacial (CUNHA et al., 1993).

Diante das multifunções da serrapilheira, destaca-se a principal via de transferências de nutrientes no sistema solo-planta por meio da matéria (CUNHA et al., 1993), a grande quantidade de sementes dormentes em sua constituição (LIMA et al., 2015), a diminuição do impacto das gotas de chuvas no solo descoberto e o escoamento superficial, promovendo melhor retenção de água (SANTOS, 2012).

A partir disto, Holanda et al. (2017) também destacaram a importância da serrapilheira no ciclo biogeoquímico por conta da ciclagem de nutrientes e outras funções por ela exercida, que varia em função do local, bem como ocorre a variação em razão do ambiente, da ação de fatores intrínsecos ao qual ela está exposta.

De acordo com Santos (2012) a serrapilheira também ganha importância na alimentação animal da pecuária da região semiárida, pois ocorre melhor disponibilidade da fitomassa quando as folhas caem na época seca, se tornando a principal fonte de alimento para os animais neste período. Entretanto, também é nesta fase que ocorre uma diminuição na qualidade desta forragem (ANDRADE et al., 2010).

Segundo Henriques et al. (2016), pouco se conhece em relação a taxa de deposição do aporte de serrapilheira de espécies nativas no bioma Caatinga. Com base nisto, em estudo realizado por esses autores no ano de 2012 em área de Caatinga conservada localizada em uma

RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural), os autores observaram uma produção total de serrapilheira de 4.207,84 Kg ha⁻¹, onde se observou, em relação a precipitação, uma irregularidade durante os meses de avaliação, concluindo-se que a deposição se mostrou sazonal, mas ininterrupta, e a maior produção ocorreu no início da época seca.

A ordem de contribuição da serrapilheira é de folhas, estruturas reprodutivas, galhos e miscelâneas, onde a sua deposição apresenta caráter sazonal ocorrendo maior deposição na época de escassez hídrica (HOLANDA et al., 2017). Algo a se considerar é que os níveis de produção de serrapilheira no bioma Caatinga são menores do que quando comparados a outros biomas, mas é possível realizar comparações quando os dados são referentes ao final da estação chuvosa e início da estação seca (MENEZES et al., 2012).

De acordo com Santana & Souto (2011) os aspectos relacionados com o fluxo de deposição de serrapilheira, as interações do processo com parâmetros climáticos e edáficos e ciclagem de nutrientes das espécies mais importantes da Caatinga tem sido pouco estudados. Sendo importante o estudo da serrapilheira para melhor compreensão dos ecossistemas florestais (ALVES et al., 2006).

2.3. Padrões fenológicos de plantas caducifólias da Caatinga

No bioma Caatinga existe a relação entre a fisiologia da vegetação e os fatores climáticos, considerando os pulsos-reservas, no qual as chuvas desencadeiam processos na vegetação, ocorrendo na forma de pulso que é um evento de chuva que propicia o armazenamento de reservas na planta, até que ocorra outro evento de pulso que seja suficiente para desencadear processos fisiológicos como o brotamento (ANDRADE et al., 2006).

Noy-Meir (1973) descreve que a temperatura, a radiação solar e a absorção de nutrientes nos ecossistemas são considerados constantes ao longo do ano, mas a precipitação ocorre de forma irregular, em eventos descontínuos, assim considerados na forma de pulsos de curto prazo, onde um único pulso ou um conjunto de pulsos desencadeiam eventos na vegetação, que de acordo com Lima et al. (2018) podem atuar favorecendo as reservas de crescimento das plantas.

De acordo com Silva e Santos (2008) a fenologia das espécies está relacionada com as características da espécie e das suas adaptações desenvolvidas para sobrevivência nos ambientes em que se está inserida. Em relação ao bioma Caatinga é comumente descrito com espécies com padrões fenológicos em sua maioria decíduos quando na estação seca, mas também é composto pelas que apresentam folhas durante todo o ano (MACHADO; BARROS; SAMPAIO, 1997).

A partir disto, a fenologia tem como finalidade fornecer informações acerca do comportamento das espécies e da fisiologia diante dos fatores que desencadeiam eventos na vegetação, como forma de gerir melhor os recursos e de conhecer os recursos alimentares disponíveis (SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993). Ela pode ser realizada por meio da observação de emissão de folhas, abscisão foliar, floração e frutificação, com quantificação das porcentagens de cada fenofase, e com base nisto são identificados os padrões fenológicos (LEAL; PERINI; CASTRO, 2007).

Bencke e Morellato (2002) destacaram a diferenciação entre dois métodos de análise de fenofases como o percentual de intensidade de Fournier e o índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos), tendo por diferenças que o índice de atividade revela o período de maior ocorrência de determinada fenofase, enquanto que o percentual de intensidade permite identificar quando uma fenofase em específico acontece em maior intensidade. Segundo Parente et al. (2012) pode-se fazer uso também da escala visual para as estimativas dos percentuais, variando de 0 a 100%.

De acordo com Japiassú et al. (2016) algumas espécies vegetais possuem a necessidade de suas fenofases estarem ligadas a respostas ambientais, como as que apresentam mecanismo nas quais eles observaram que tanto o brotamento quanto a queda das folhas são relacionadas a disponibilidade hídrica, influenciando também as fenofases da floração e frutificação, mas que apesar disto a limitação de água não deve ser considerada um indutor da sazonalidade.

Além do aspecto climático, o ramoneio de caprinos pode interferir na fenologia das espécies, por conta do consumo de folhas que limita o desenvolvimento do ciclo fenológico das espécies, entretanto, no caso da catingueira essa interferência se apresenta de forma reduzida por conta do odor de suas folhas no início da época de chuvas, em que se tem maiores níveis de compostos antinutricionais, que inibem o consumo, sendo esta mais consumida no período seco, quando suas folhas caem ao solo (PARENTE et al., 2012).

De acordo com os mesmos autores, a presença de animais em áreas de Caatinga interfere na resposta fenológica das espécies por conta de ser um recurso forrageiro nativo, em que algumas espécies são consumidas no início da chuva e outras na época seca, e com base nisto é importante conhecer a dinâmica fenológica para calcular uma correta taxa de lotação de acordo com a vegetação. Sendo de grande importância de realizar estudos acerca dos eventos fenológicos como forma de orientar práticas de conservação e manejo (LIMA et al., 2018).

2.4. Caracterização e importância da catingueira em áreas de Caatinga

A catingueira-verdadeira, *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz; sinônimo botânico: *Caesalpinia pyramidalis* (Tul.), é uma espécie pertencente à subfamília Leguminosae, sendo o seu nome vinculado ao odor das folhas verdes após a rebrota, classificada como espécie de porte arbustivo e arbóreo, cuja copa é arredondada e baixa, e não apresenta espinhos (MATIAS; SILVA; DANTAS, 2017), tendo suas folhas classificadas como compostas bipinadas e coriáceas (MATIAS; SILVA; DANTAS, 2017), e altura de 4 a 6 m de altura, com média de 2,4 m, mas podendo atingir até 12 m (SILVA et al., 2009; SANTANA et al., 2011).

Esta planta é uma das espécies de ampla dispersão no Nordeste do Semiárido podendo ser encontrada em diversas associações vegetais, tendo ocorrência nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (SILVA et al., 2009). Sua utilização pode ser tanto como recurso energético e medicina caseira, quanto na alimentação animal (MATIAS; SILVA; DANTAS, 2017), sendo considerada uma espécie pioneira (SANTANA et al., 2011), e apresenta predominância nas áreas descritas em trabalhos realizados em áreas de Caatinga (COSTA et al., 2010; HENRIQUES et al., 2016; HOLANDA et al., 2017).

Sua biologia reprodutiva é relacionada a uma maior produção de sementes em comparação a formação de frutos, relacionado a autoincompatibilidade tardia desta espécie, sendo observado também a formação de um grande número de flores, como forma de atrair polinizadores (LEITE & MACHADO, 2009).

A catingueira é uma espécie endêmica do bioma Caatinga e apresenta comportamento caducifólio, em que perde suas folhas, parcialmente e/ou totalmente, no início do período seco (PARENTE et al., 2012), mas logo com início do período de chuvas consegue recobrir sua copa por conta das gemas axilares dormentes que retomam o crescimento de folhas que se desenvolvem em seu interior (QUEIROZ, 2009).

Durante o período de chuvas, com o crescimento das primeiras folhas, estas são consumidas pelos animais, pois ainda não apresentam odor forte que se apresentará com o amadurecimento da folha (COSTA, 2014), e quando com odor os animais cessam o consumo, retornando a consumi-las após a abscisão foliar que ocorre no período seco, representando aproximadamente 85% na dieta de caprinos. Entretanto, nesta fase ocorre um decréscimo no valor nutritivo considerando que é um material senescente (NASCIMENTO; NASCIMENTO; RIBEIRO, 2002).

Esta espécie possui uma alta densidade básica da madeira, variando de 0,84 a 1,01 g (SILVA et al., 2009), e a partir de alguns estudos como o de Lima e Rodal (2010) se considera a relação entre a densidade da madeira e sua resposta fisiológica na fenofase, pois a madeira de baixa densidade armazena água, proporcionando fase reprodutiva na estação seca, enquanto que a madeira de alta densidade depende de água disponível no solo por meio de eventos de chuvas.

A catingueira é considerada uma das espécies mais estudadas, e sua fisiologia fenológica é diretamente relacionada aos pulsos de precipitação, pois a planta apresenta uma rápida resposta com eventos de chuvas significativos a sua fisiologia, assim como desencadeia resposta caducifólia a intervalos espaçados de pulso como parte de seu mecanismo de adaptação (LIMA et al., 2018). Com base nisto, Belo et al. (2013) inferiram que é de se esperar que as espécies de uma determinada região sejam adaptadas as suas condições climáticas locais.

Diversos trabalhos já foram realizados com a catingueira como a avaliação da biologia reprodutiva (LEITE & MACHADO, 2009), taxa de crescimento de mudas (DANTAS et al., 2009), qualidade fisiológica de sementes (LIMA et al., 2014), padrão de distribuição e estrutura diamétrica (SANTANA et al., 2011), anatomia e densidade básica da madeira (SILVA et al., 2009) e rendimento de biomassa para forragem (RÉGIS, 2018).

Andrade et al. (2005) em trabalho de fitofisionomia em áreas de Caatinga no cariri paraibano identificaram uma alta densidade de indivíduos da catingueira considerando que é uma espécie de importância ecológica para o bioma e também constitui uma das espécies de maior importância econômica para a região, visto que o seu caule produz lenha e carvão de boa qualidade, o que se relaciona ao caráter exploratório de uso das caatingas.

A vegetação da Caatinga participa de 90% das dietas de ovinos e caprinos (GONZAGA NETO et al., 2001), constituindo uma alternativa alimentar e de baixo custo para os produtores onde a catingueira se apresenta como um recurso forrageiro na alimentação animal com frequência de uso pelos animais de 4,06%, principalmente de pequenos ruminantes em área de Caatinga que consomem suas folhas e suas cascas de troncos (ARAÚJO et al., 2010).

De acordo com Araújo Filho, Carvalho e Silva (2002) o estágio fenológico da planta tem relação direta com o seu valor nutritivo e suas variações ocorrem ao longo do ano, mas são mais altos na fase vegetativa, onde na brotação o teor de proteína bruta pode chegar a 17% e na dormência ser de 11,20%, no qual é denominado com base nas folhas depositadas sobre o solo.

Aguiar et al. (2014) avaliando a composição química da catingueira no Semiárido potiguar no período de maio a agosto de 2018 observaram que houve aumento gradativo do teor de matéria seca (MS) com o passar dos meses, relacionando ao avanço da fase fenológica da

planta. O feno da catingueira é um volumoso com alto teor de PB, sendo uma forrageira que constitui a base da alimentação de caprinos e ovinos no Semiárido, não sendo recomendado em caso específicos como cobertura e início de gestação apenas como precaução (CAVALCANTE; BOMFIM; ALBUQUERQUE, 2013), devido a ocasionar malformações congênitas e lesões placentárias (CORREIA et al., 2017).

Em consideração ao seu valor nutritivo, Gonzaga Neto et al. (2001) avaliaram a composição química do feno da catingueira em estágio fenológico de frutificação, obtendo os teores de proteína bruta (PB) de 11,25%; de extrato etéreo (EE) de 4,31%; de fibra em detergente neutro (FDN) de 38,71%; de fibra em detergente ácido (FDA) de 21,48%; e de lignina de 8,25%. Os mesmos autores avaliando a digestibilidade concluíram que o feno da catingueira apresenta valor nutritivo e consumo voluntário, tornando excelente recurso forrageiro em períodos mais secos, e que o consumo de matéria seca (CMS) e matéria orgânica (MO) decresce a medida que aumenta sua inclusão na dieta, não sendo a fibra o fator limitante, mas o tanino que apresentou concentração de 6,3%.

França (2012), avaliou a composição química desta mesma espécie em diferentes fenofases, onde os teores de PB variaram de 13 a 8,6% da fase vegetativa a senescência foliar, de FDN variando de 45,2 a 39,2%, de FDA variando de 29,9 a 29,8% e lignina de 17,7 a 25,5%; em relação ao tanino houve variação de 25,9 a 14,7% da fase vegetativa a senescência foliar.

Em composição química avaliada por Aguiar et al. (2014) da catingueira por meio de amostra composta de folhas e talos finos, a PB foi maior nos meses de maio e junho com média de 14,25%, ressaltando que a proteína sofre aumento a medida do grau de maturação da planta, o EE foi de 5,1%, o FDN foi de 39,55%, o FDA foi em média de 23,43% e a lignina foi maior no mês de agosto com 10,43%. Os mesmos autores destacam que a catingueira apresenta possibilidade de uso na alimentação de ruminantes no Semiárido nordestino.

2.5. Emissões de CO₂ do solo-atmosfera no bioma Caatinga

O solo se caracteriza como um recurso importante, principalmente considerando sua função para práticas agrícolas e funcionamento do ecossistema, possuindo uma considerável comunidade de microrganismos responsáveis pela sua qualidade (DAMASCENO & SOUTO, 2014). A sua degradação é oriunda de muitos fatores, mas a de ordem biológica é mais crítica, pois influencia na diversidade de fauna edáfica e, conseqüentemente, na emissão de gases para a atmosfera como o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e o dióxido de carbono (CO₂) (LEITE et al., 2015).

Os principais processos e mecanismos de transformações bioquímicas que regulam o C no sistema-solo-planta são a fotossíntese que atua incorporando C e energia por meio da atuação da atividade microbiana do solo (FARIA; BARROS; NOVAIS, 2008), promovendo a fixação do C-CO₂ atmosférico (CARDOSO & ANDREOTE, 2016), a decomposição que atua quebrando as macromoléculas para formação dos húmus no solo, e a mineralização que libera o CO₂ e os nutrientes minerais para fertilidade do solo e também CO₂ atmosférico (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

O elemento químico carbono é importantíssimo, sendo um constituinte essencial de toda matéria viva, atuando na respiração, na fotossíntese e regulação do clímax, sendo encontrado em grandes quantidades na atmosfera na forma de composto, como o dióxido de carbono (CO₂) na qual permite as trocas por meio da fotossíntese e respiração das plantas (MARTINS et al., 2003). De acordo com os mesmos autores o CO₂ é armazenado na biomassa vegetal na forma orgânica e através do processo de decomposição os microrganismos retorna este gás para atmosfera através da sua respiração.

O ciclo do carbono ocorre pelas trocas do gás de origem natural, dióxido de carbono entre a água, ar e solo, sendo no caso do solo o equilíbrio mantido pelo o carbono que é adicionado a vegetação e o perdido para a atmosfera através de microrganismos decompositores, mas nos últimos anos houve um aumento entre a transferência de carbono do solo para a atmosfera, provenientes das mudanças do uso do solo, comprometendo também a sustentabilidade e aumento dos custos de produção no agronegócio (SILVA & MACHADO, 2000).

O solo e a atmosfera possuem diferentes gradientes de pressão que possibilitam trocas respiratórias, no qual o CO₂ emitido pelo solo é oriundo da atividade microbiana presente em sua superfície, que representa valores superiores ao da atmosfera, enquanto que a mesma apresenta altos valores de O₂ (SOUTO et al., 2009). Assim, as atividades microbianas através da respiração emitem CO₂ para a atmosfera (ARAÚJO et al., 2013a), caracterizando-se como indicador microbiológico tanto do grau de perturbação quanto de conservação (MATIAS et al., 2009), pois a atividade microbiana é influenciada pelos tipos de manejos realizados no solo (ALVES et al., 2011).

Apesar da respiração microbiana ser utilizada como indicador do fluxo de CO₂ da superfície do solo, a respiração do solo e o fluxo de CO₂ não são sinônimos, pois a respiração do solo é a oxidação da matéria orgânica do solo, incluindo tanto a respiração das raízes como de organismos do solo (CARVALHO, 2013). Entretanto, o mesmo autor ressalva que

considerando que a maior parte é liberada para a atmosfera, o fluxo de CO₂ medido no solo reflete a respiração do solo quando analisado por longos períodos.

Os métodos utilizados para realizar a identificação desta atividade são absorção de CO₂ em solução álcali ou na forma sólida (SOUTO et al., 2009), medição da troca de CO₂ através de câmara transparente conectada a um LI-6400 (LI-COR, Lincoln, NE) (BUBIER; MOORE; BLEDZKI, 2007), por meio de câmaras de PVC cilíndricas inseridas no solo (RIBEIRO et al., 2016) e por analisador de gás por infravermelho portátil conectado a câmara de fluxo de CO₂ do solo (CARVALHO, 2013).

A serrapilheira e cobertura vegetal colaboram para controlar a densidade de microrganismos presentes no solo, pois são fonte alimentar e de abrigo (SOUTO et al., 2008), protegendo a fauna edáfica da exposição a luz, considerando que são serem antifotrópicos (ARAÚJO et al., 2013b), e a umidade e a temperatura em seus extremos e oscilações também influenciam a densidade de indivíduos, pois a umidade influencia na disponibilidade de O₂, em que quanto maior a umidade do ar menor disponibilidade de O₂ para trocas, diminuindo o número populacional (SOUTO et al., 2008). Quanto à temperatura, os valores ideais seriam entre 40 e 45 °C na região semiárida para atividade microbiana, e quando em valores próximos aos 50 °C a atividade microbiana seria inibida (SOUTO et al., 2009).

Outro aspecto é que a matéria orgânica é composta por aproximadamente 60% do carbono orgânico advindo da biomassa vegetal (SIQUEIRA NETO et al., 2009), dessa forma a vegetação é importante na formação de agregados de solo, colaborando para estruturação dos solos e contribuindo para a sua qualidade física (WENDLING et al., 2005). A vegetação também influencia na relação carbono/nitrogênio (C:N) e o acúmulo de serrapilheira sobre o solo é mediado pela taxa de decomposição (MONTEIRO & GAMA-RODRIGUES, 2004).

A liberação do CO₂ em áreas de Caatinga no Cariri paraibano possui tendência ao aumento da liberação ao longo do dia, com variações associadas aos fatores climáticos, como menor conteúdo de água no solo e aumento da temperatura (ARAÚJO et al., 2011), podendo haver maior liberação em virtude a uma maior umidade relativa do ar (ARAÚJO et al., 2008). Variando em função da época, temperatura e umidade, ocorrendo maior emissão com maiores níveis de precipitação e temperatura elevada, mas no período noturno se caracteriza por maiores níveis, devido a menor oscilação da temperatura (ARAÚJO et al., 2009).

A microbiota do solo é variável de acordo com os elementos climáticos, com mudanças repetidas, por isso reforça a importância de ser criterioso em avaliações e ser possível realizar monitoramento ao longo dos anos para se obter maior representatividade (CAMPBELL & BIEDERBECK, 1976).

É importante também considerar a importância de estudos sobre o funcionamento do pastejo sobre a microbiota do solo, como forma de identificar a melhor intensidade de pastejo e com isso realizar um manejo sustentável, sendo a intensidade moderada de pastejo a que contribui para melhorar a diversidade do solo, pois promove disponibilização de urina e esterco que favorece a disponibilidade C no solo, além da liberação de exsudatos do vegetal ao solo devido ao corte da forragem (CHÁVEZ et al., 2011).

O solo é um importante componente do ecossistema e sensível aos tipos de manejo executados em áreas de pastagens, sendo assim utilizado como indicador biológico das alterações como forma de poder minimizar essas ações (CARDOSO & ANDREOTE, 2016). Por sua vez, a atividade antrópica sobre a cobertura do solo não é a principal influência para maiores emissões, mas as condições edáficas e a variabilidade climática, que varia a cada região sobre a produção de gás do solo (RIBEIRO et al., 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental de São João do Cariri (EESJC) pertencente a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizada no município de São João do Cariri - PB, entre as coordenadas geográficas 7°23'3'' de latitude sul e 36°31'59'' de longitude oeste, inserido na zona fisiográfica do Planalto da Borborema, na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental, a 520 m de altitude. A temperatura varia de 27,2°C no período de novembro-março a 23,1°C em julho, sendo estes os valores máximos e mínimos, respectivamente, com precipitações de 400 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar de 70%, aproximadamente.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo BSh Semiárido quente, com chuvas de verão e o bioclima 2b de Gaussen variando de 9 a 11 meses secos, denominado subdesértico quente de tendência tropical. A temperatura média anual é em torno de 26 °C, com valores mínimos de 18 °C e máximos de 34 °C, sendo o período mais quente do ano de novembro a janeiro e o mais frio é o mês de julho.

O solo da área experimental apresenta predominância de Neossolos Litólicos e Luvisolos, que se caracterizam por serem rasos, com textura predominantemente média a arenosa, com presença de cascalhos e em alguns pontos afloramento de rochas com uma vegetação de Caatinga antropizada e em estágios de sucessão. As áreas experimentais foram implantadas em substituição à exploração por décadas de várias culturas, destacando-se o plantio de algodão, sem tratamentos culturais e sofrendo queimadas ao longo do tempo.

A formação vegetal ocorrente é a Caatinga hiperxerófila arbustiva-arbórea oriunda de sucessão secundária, e entre as espécies que a compõe se destacam no estrato arbóreo das áreas *Croton sonderianus* (Mull. Arg.) (Marmeleiro), *Jatropha mollissima* (Mull. Arg.) (Pinhão), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (Catingueira) e *Aspidosperma pyrifolium* (Mart.) (Pereiro). Dentre estas espécies se destaca a catingueira como objeto de estudo desta pesquisa, considerando sua maior frequência nas áreas de Caatinga avaliadas.

A área experimental foi constituída por dois piquetes de 3,2 ha cada, totalizando 6,4 ha, delimitados por cerca de arame farpado com nove fios, onde vinha sendo realizado o mesmo manejo sob diferentes intensidades de pastejo por aproximadamente 10 anos, com caprinos SRD de aproximadamente 23 ± 2,5 kg de peso corporal, recebendo suplementação concentrada de 200 g dia⁻¹ com água *ad libitum*. Entretanto, durante a condução deste experimento não

houve a presença dos animais nas áreas, sendo os manejos realizados anteriormente (10 caprinos na área I e a ausência de caprinos na área II), considerados para estabelecer os dois tratamentos avaliados, denominados Área I e Área II (Figura 1).



Figura 1. Áreas experimentais localizadas na Estação Experimental de São João do Cariri.

Para cada área, obteve-se uma amostra de solo composta a partir da coleta de dez amostras simples na camada de 0-20 cm. As amostras foram homogeneizadas e encaminhadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do DSER/CCA/UFPB para a sua caracterização química e física (Embrapa, 1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo de duas áreas de Caatinga na Estação Experimental de São João do Cariri

Área	Características								
	Química								
	pH (H ₂ O 1:2,5)	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	MO
		-- mg dm ⁻³ --		----- Cmol _c dm ⁻³ -----					g/Kg
I	5,7	5,29	54,90	1,88	1,83	1,80	4,18	5,98	5,09
II	6,4	4,85	58,11	5,59	4,81	2,72	10,75	13,47	7,49
	Física								
	Areia		Silte		Argila		Classe textural		
	----- g/Kg -----								
I	662		221		117		Franco Arenosa		
II	572		267		161		Franco Arenosa		

P, K, Na: Extrator Mehlich 1

H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0

Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M

SB: Soma de Bases Trocáveis

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black

3.2. Dados climáticos

Os dados climatológicos das áreas de estudo foram obtidos na Estação Climatológica da própria Estação Experimental de São João do Cariri (EESJC), referentes ao período experimental de janeiro de 2018 a setembro de 2019 (Figura 2).

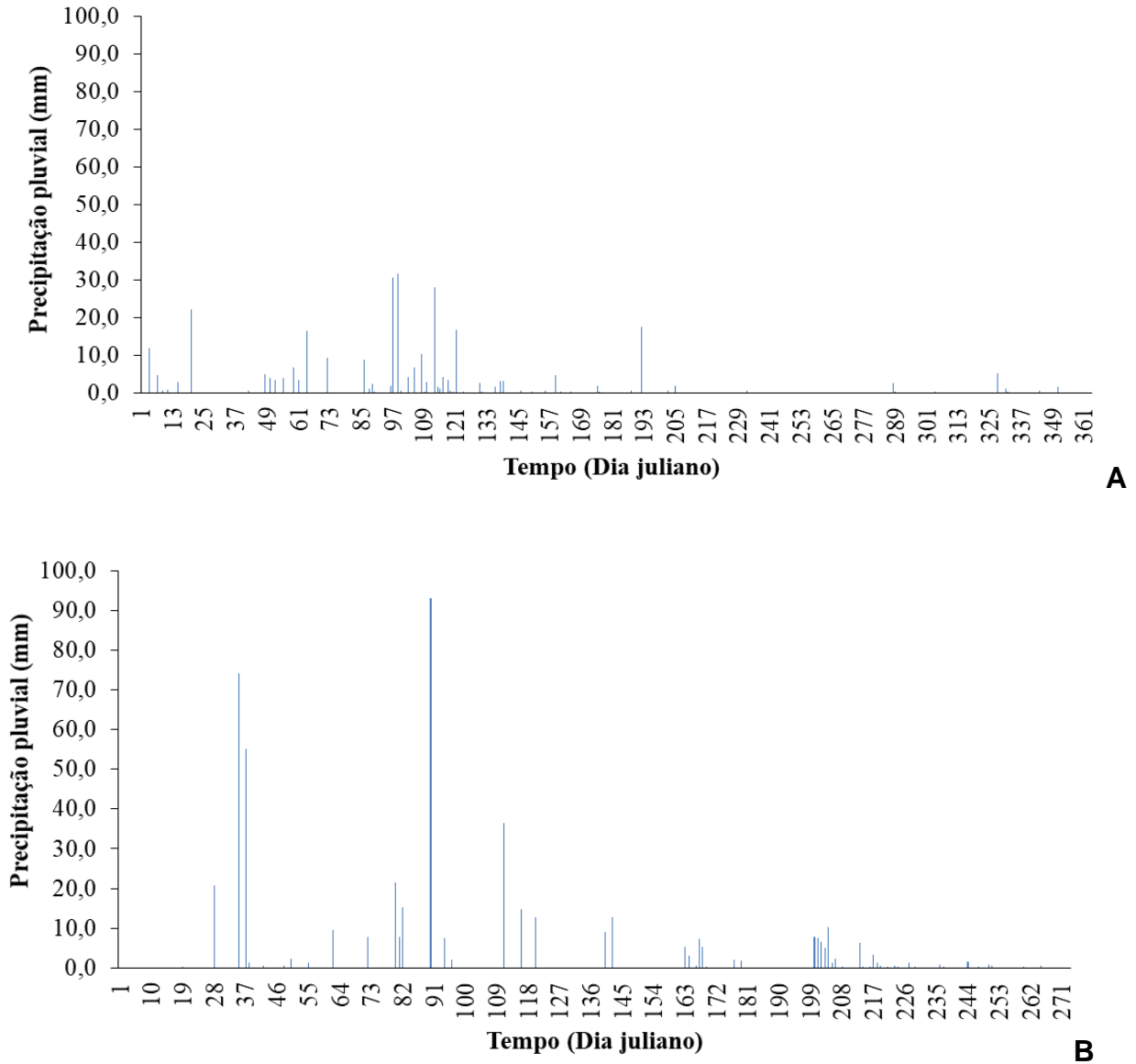


Figura 2. Precipitação pluvial diária (mm) durante o ano de 2018 (A) e do período de janeiro a setembro de 2019 (B) na Estação Experimental de São João do Cariri.

3.3. Aporte de serrapilheira da catingueira

Foram selecionados 3 indivíduos de catingueira em cada área, a partir de pontos demarcados a cada 60 m por coordenadas geográficas, obedecendo um transecto no sentido longitudinal e na direção Noroeste das áreas, onde selecionou-se o indivíduo adulto mais próximo a cada ponto, sendo eles de porte semelhantes. Em seguida foram instalados 4 coletores

sob a copa de cada indivíduo selecionado em forma de quadrante através da demarcação de uma área de 12 m² (3 × 4 m) para que a planta ficasse no centro da área e a partir disto se dividiu em 4 subáreas de 6 m² (3 × 2 m), correspondente ao espaço para o coletor (Figura 3).



Figura 3. Distribuição espacial dos coletores sob a copa da catingueira para interceptação do aporte e coletor de madeira na Estação Experimental de São João do Cariri.

Os coletores foram confeccionados em madeira em formato retangular de 1,2 × 0,5 m, com fundo revestido de tela de náilon preta (malha de 0,5 × 0,5 mm) e alocados a 0,30 m a partir do tronco da árvore e com aproximadamente 0,15 m de altura em relação ao nível do solo (Figura 3).

As avaliações foram realizadas no período de outubro de 2018 a setembro de 2019, sendo o aporte de serrapilheira estimado através de amostragens do material depositado nos coletores, em que o material senescente interceptado em cada coletor foi coletado e acondicionado em sacolas plásticas, devidamente identificadas e pesadas na estação experimental.

O material coletado mensalmente foi fracionado em folhas, galhos (correspondendo às partes lenhosas com dimensões menores que 2,0 cm de diâmetro, mais cascas), estruturas reprodutivas (flores e frutos), e miscelâneas (material de origem animal e/ou vegetal não identificados) (Figura 4), acondicionados em sacolas de papel, identificado e encaminhado ao Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA) – UFPB, colocados em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C (± 5°C) até apresentar peso seco constante. Foram pesados em balança analítica para a obtenção do peso de cada fração, e a partir destes dados foi estimada a porcentagem de cada uma das frações da serrapilheira produzida pela catingueira.

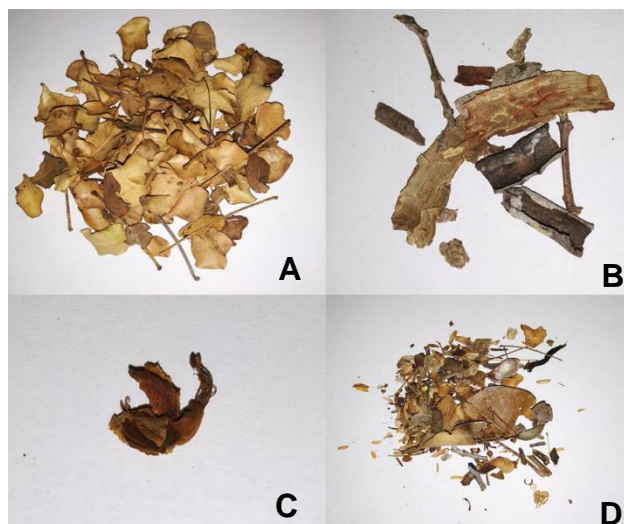


Figura 4. Frações da serrapilheira: folhas (A), galhos (B), material reprodutivo (C) e miscelâneas (D).

A produção total de serrapilheira e suas frações (kg ha^{-1}) foi estimada com base no cálculo proposto por Macêdo (2018), onde se considerou a relação entre a quantidade interceptada nos coletores, a área média de copa dos indivíduos e a densidade absoluta da catingueira. Considerando-se a área média da copa de $3,95 \text{ m}^2$ conforme avaliação de Silva (2009), e a densidade absoluta de 525 indivíduos por ha^{-1} na área I e de 598 indivíduos por ha^{-1} na área II, de acordo com avaliação realizada em 2015 por Nascimento Júnior (2018).

Os dados foram analisados por meio da análise descritiva, permitindo calcular as médias e relacionar com os dados de precipitação pluvial obtidos durante o período experimental.

3.4. Fenologia da catingueira

A avaliação da fenologia foi realizada por meio da seleção de 20 indivíduos da catingueira, sendo 10 indivíduos por área experimental, de forma a abranger toda a área avaliada. Para isto, o caule deveria apresentar circunferência mínima a altura do peito (1,50 m) maior ou igual a 20 cm. As plantas foram marcadas com placas de alumínio e fita de tecido não tecido (TNT) para melhor visualização das mesmas na área.

As observações foram realizadas em intervalos mensais compreendendo o período de fevereiro a setembro de 2019. Foi realizada análise visual da copa das árvores para as estimativas dos percentuais variando de 0 a 100% e assim registrando-se a percentagens de folhas verdes, folhas amarelas, total de folhas, flores e frutos da copa dos indivíduos selecionados. Estas porcentagens foram relacionadas as fenofases de brotamento (Folhas

verdes), senescência (Flores amarelas), floração (Flores) e frutificação (Frutos). A porcentagem do total de folhas foi obtida através da soma das porcentagens das folhas verdes e amarelas.

Foi considerada a fenofase brotamento observando os primórdios foliares e que apresentavam coloração verde, e a fenofase senescência pela presença de folhas amareladas e secas na copa dos indivíduos e observações de folhas caídas no chão.

Os dados fenológicos de cada fenofase foram submetidos a análise estatística circular no programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019) e para verificar a correlação entre o desenvolvimento das fenofases com a precipitação pluvial mensal foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman – ρ , que é recomendado para dados que não apresentam distribuição normal (ZAR,1999).

3.5. Dinâmica do CO₂ do solo

Em cada área foram estabelecidos três transectos paralelos, sendo cada um de 200 m de comprimento, distando aproximadamente 20 m um do outro, onde foram marcados 10 pontos amostrais em cada transecto, a cada 20 m, totalizando 90 pontos por área. Foram instalados sobre os pontos demarcados baldes de formatos cilíndricos para promover uma retenção do CO₂ liberado do solo, e realizar uma leitura dentro do balde (Figura 5).



Figura 5. Aparelho portátil Analisador de Dióxido de Carbono modelo C-02 (Instrutherm®) e balde em formato cilíndrico para realização das leituras das concentrações de CO₂ na Estação Experimental de São João do Cariri.

Em cada ponto demarcado no transecto realizou-se as leituras por meio do aparelho portátil Analisador de Dióxido de Carbono modelo C-02 (Instrutherm®) para determinação dos valores de concentrações de CO₂, temperatura e umidade. O aparelho tem por finalidade realizar

a leitura de CO₂ por meio da técnica de detecção infravermelho não-dispersiva (NDIR) na medida de ppm (Partes por milhões).

Para análise dos dados de temperatura e umidade foi utilizado análise descritiva, permitindo calcular as médias e para a dinâmica do CO₂ utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com medidas repetidas, realizando-se avaliações mensais com leituras três vezes ao dia, nos horários de 6, 11 e 16 horas, onde o período de avaliação foi de fevereiro a setembro de 2019.

Os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas, considerando que os dados foram coletados no tempo e as observações no tempo não se consideram independentes, uma vez que são da mesma unidade experimental; e os dados da ANOVA, valores significativos ou com interação, foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias. As análises da dinâmica do CO₂ foram realizadas com o programa estático R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aporte de serrapilheira da catingueira

A produção estimada de serrapilheira durante o período experimental nas áreas I e II foram de 376,03 kg ha⁻¹ e 497,55 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 6).

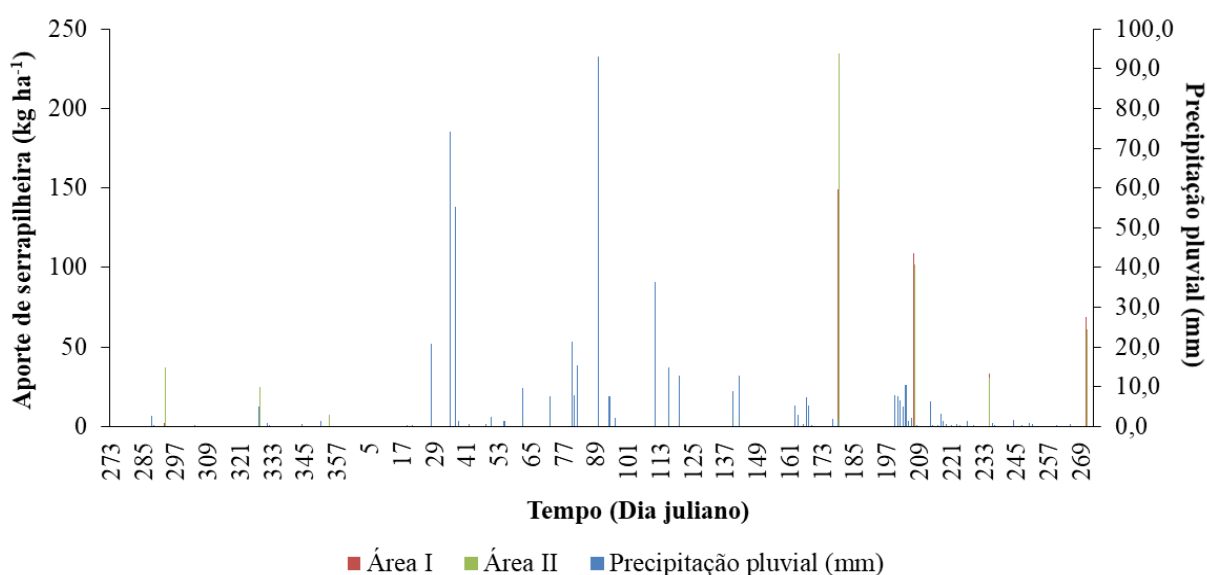


Figura 6. Aporte mensal de serrapilheira (kg ha⁻¹) da catingueira em duas áreas de Caatinga (Área I e II) e precipitação pluvial diária durante o período de avaliação de outubro de 2018 a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri.

A maior deposição ocorreu no mês de junho (179 DJ) em ambas as áreas, registrando-se 149,26 kg ha⁻¹ na área I e 234,53 kg ha⁻¹ na área II, e a menor deposição ocorreu no mês de janeiro (21 DJ) na área I com 0,67 kg ha⁻¹ e na área II no mês de dezembro (354 DJ) com 7,31 kg ha⁻¹. Lima et al. (2015) registraram maior deposição de serrapilheira no período de menor índice de chuvas devido ao mecanismo de caducifolia como forma de minimizar a evapotranspiração, o mesmo comportamento descrito pelos autores foi observado nos meses de junho, julho, agosto e setembro de 2019.

O fato do aporte na Área II apresentar-se maior pode ser atribuído a maior densidade de plantas, onde nesta área a densidade é de 598 indivíduos por ha⁻¹, enquanto na Área I a densidade é de 525 indivíduos por ha⁻¹, assim provavelmente o aporte de serrapilheira obtido foi devido ao número de indivíduos e a vegetação ser mais densa. De acordo com Macêdo (2018) a catingueira é sensível ao déficit hídrico e tem seu ciclo vegetativo relacionado a ocorrência de chuvas, apesar disso a produção de matéria seca também depende da densidade de indivíduos adultos presentes nas áreas avaliadas.

O pico de deposição ocorreu após o ápice de chuvas que foi registrada no mês de março, com 155 mm, e a menor deposição no período de ausência de chuvas ou com menores índices pluviométricos, verificada logo nas primeiras avaliações, podendo isto ser considerada uma resposta que já vinha sendo observada antes do período experimental, onde as plantas já apresentavam uma menor quantidade de folhas em sua copa. Em relação aos menores índices de chuvas observados pode ser relacionado a características da região de estudo no município de São João do Cariri que foi relatada por Andrade et al. (2005) como a região que apresenta um dos menores índices pluviométricos do Semiárido Nordeste.

Na Área I o aporte registrado no mês de outubro (293 DJ) foi de 2,20 kg ha⁻¹, enquanto no mês de novembro (328 DJ) foi de 12,45 kg ha⁻¹. Neste mesmo período na Área II houve um decréscimo no aporte, registrando 37,41 kg ha⁻¹ na avaliação realizada no mês de outubro (293 DJ) e 24,71 kg ha⁻¹ no mês de novembro (328 DJ). A precipitação total acumulada durante o período de avaliação foi de 504,7 mm (Figura 5), sendo este valor superior ao identificado por Macêdo (2018) que realizou experimento nas mesmas áreas de Caatinga nos anos de 2016 e 2017, registrando precipitação pluvial de 325,9 e 88,5 mm, respectivamente, em que o autor considerou como um período de “grandes secas”.

Assim, com o aumento dos índices pluviométricos foi perceptível que algumas plantas responderam aos pulsos, mas ao cessar das chuvas realizaram a caducifolia, corroborando com Andrade et al. (2008) que observaram ao final da estação seca e início da estação chuvosa as árvores já desfolhadas, promovendo redução na serrapilheira produzida.

Os valores de deposição de serrapilheira encontrados neste trabalho diferem dos valores relatados por Maciel et al. (2012) que estimaram 6.671,86 kg ha⁻¹ e do valor estimado por Holanda et al. (2017) de 3.785,67 kg ha⁻¹. Por sua vez, a variabilidade de deposição em ambientes áridos e semiáridos está bastante relacionado as variações das condições climáticas, principalmente a estacionalidade do período de chuvas (SANTANA & SOUTO, 2011), além de considerar influências do tipo vegetacional, espécies, grau de degradações e as metodologias empregadas.

Com base nisto, a observação de diferentes valores de produção média em um mesmo bioma é comum nos estudos em área de Caatinga. Devido ao bioma Caatinga apresentar diferentes coberturas vegetais que são diversificadas por razões climáticas, edáficas, topográficas e antrópicas (Alves, 2007), assim existem diferentes tipos de Caatinga. Por isto é necessário informar parâmetros que possam explicar a variabilidade da produtividade da serrapilheira em um mesmo bioma, associando comumente os baixos valores obtidos ao regime pluvial da região ser concentrado em poucos meses do ano (LOPES et al., 2009).

Na tabela 2 observa-se que a fração folhas foi predominante nos meses de maior aporte durante o período de avaliação, tendo comportamento semelhante ao aporte total, notando-se aumento da participação da fração folhas em função do período de transição da época chuvosa para a época seca. Holanda et al. (2017) avaliando a contribuição das frações da serrapilheira em vegetação de Caatinga encontraram maior contribuição de folhas (70%), seguida da estrutura reprodutiva (18%), galhos (9%) e miscelâneas (2%), relacionando a maior contribuição da fração folhas ao caráter caducifólio de algumas espécies da Caatinga.

Tabela 2. Frações da serrapilheira da catingueira aportadas durante o pico de produção em duas áreas de Caatinga na Estação Experimental em São João do Cariri

Áreas	Frações (%)	Junho	Julho	Agosto	Setembro
I	Folhas	57,40	-	73,07	85,83
	Galhos	15,17	-	4,21	3,85
	Estruturas reprodutivas	5,72	-	14,30	6,65
	Miscelâneas	21,71	-	8,42	3,68
II	Folhas	41,19	-	65,27	80,07
	Galhos	28,53	-	14,25	11,72
	Estruturas reprodutivas	0,94	-	3,18	2,63
	Miscelâneas	29,34	-	17,29	5,59

As demais frações avaliadas também contribuíram para o aporte, considerando que o maior aporte ocorreu no mês de junho a fração folhas representou apenas 57,40 % na Área I em comparação ao mês de agosto e setembro com 73,07% e 85,83%, respectivamente, tendo maior participação, enquanto que na Área II seguiu a mesma forma, mas com diferentes valores de contribuição. Isto ocorreu devido no mês de junho em ambas as áreas apresentar segunda maior contribuição da fração miscelâneas, fato que pode ser associado a ocorrência de chuvas antes do período de coleta, considerando que os maiores valores foram identificados no mês de junho, após o período de chuvas, que propiciou o agrupamento do material no coletor, contribuindo para maior conservação da umidade no material, favorecendo o processo de decomposição e minimizando a acurácia de identificação. No mês de julho houve ausência dos dados das frações em função da umidade do material coletado por ocorrência de chuvas coincidindo com o período de coletas.

As ordens de contribuição das frações são influenciadas por fatores climáticos, onde em experimento realizado em área de Caatinga, Maciel et al. (2012) registraram a fração galhos como de maior contribuição, considerando a realização do experimento em um período crítico de seca, onde em ausência do rebrotamento as plantas perderam suas estruturas mais lignificadas. Assim, é importante a compreensão do padrão individual de resposta das espécies

em função de entender as relações com os pulsos de precipitação e identificar as mais importantes para a sustentabilidade dessas áreas, auxiliando no desenvolvimento de programas de conservação (MACÊDO, 2018).

4.3. Fenologia da catingueira

Na figura 7 observa-se a fenofase brotamento avaliada através das percentagens de folhas verdes na copa das árvores nos 8 meses de avaliação.

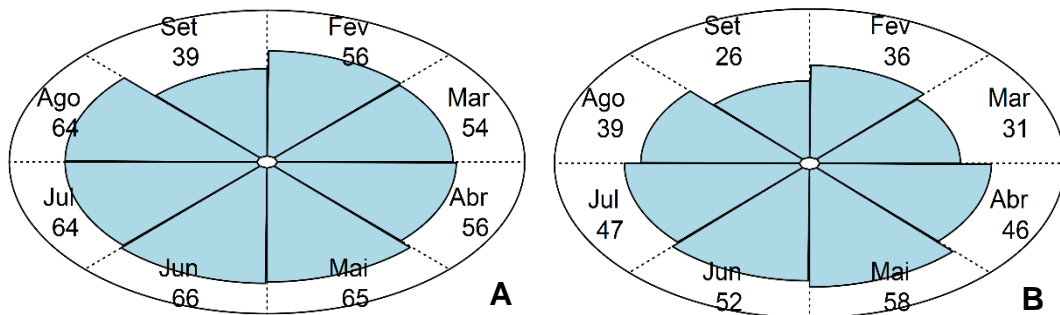


Figura 7. Ocorrência de folhas verdes (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri.

No início da avaliação fenológica, no mês de fevereiro os indivíduos já apresentam um percentual de folhas verdes, sendo média 56% na Área I e média de 36% na Área II. Durante todo o período experimental se repetiu a presença de folhas verdes, e o pico ocorreu no mês de junho na Área I, com 66%, e na Área II no mês de maio, com 58% de folhas verdes, registrando-se menor percentagem no mês de setembro, com 39% na Área I, e 26% na Área II, sendo relacionado ao início do período seco, onde ocorreu perda de folhas devido a senescência foliar (Figura 7).

A resposta de brotação no mês de fevereiro pode ser associada as chuvas registradas na estação antes do início da avaliação, sendo de 21 mm em janeiro, que pode ter desencadeado os processos fenológicos da catingueira devido a presença de água no solo, assim como a constância de folhas verdes por conta do período de chuvas registrado entre os meses de fevereiro e junho, totalizando 425,9 mm (Figura 1). De acordo Parente et al. (2012) a catingueira possui uma rápida resposta aos pulsos de precipitação, corroborando com os dados obtidos neste experimento em que durante o início e todo o período de chuvas registrados, a catingueira manteve seu percentual de folhas verdes, tanto os indivíduos da Área I quanto da Área II.

Na figura 8 observa-se o percentual de folhas amarelas avaliadas na copa das árvores durante o período experimental. No mês de setembro houve maior predominância de folhas amarelas, provavelmente associado a diminuição das chuvas, registradas no mês de julho com 5,6 mm e no mês de agosto com 0,3 mm. As menores percentagens de folhas amarelas foram registradas nos meses de fevereiro, março, abril e maio.

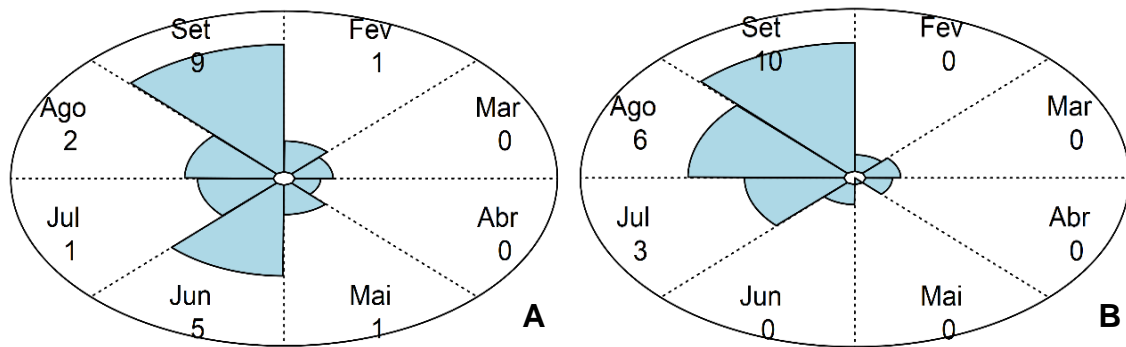


Figura 8. Ocorrência de folhas amarelas (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri.

Como observado na figura 7, registrou-se queda de folhas no mês de agosto, com pico ocorrendo no mês de setembro, nas duas áreas. Na Área I, por sua vez, é observado que no mês de junho registrou-se 5% de folhas amarelas, que decresceu no mês seguinte, isto pode ser associado à queda dessas folhas e posterior diminuição de folhas verdes da copa, considerando menores percentagens no mês seguinte da avaliação (Figura 6). O mesmo foi observado por Parente et al. (2012) em estudos fenológicos da catingueira em áreas de caatinga no cariri paraibano, identificando que a maior queda foliar ocorreu no período posterior as chuvas, ou seja, início do período seco, o que contribui para caracterizar o hábito caducifólio da espécie estudada.

De acordo com o observado por Lima et al. (2018), estudando a fenologia da catingueira, a perda de folhas no período seco pode estar relacionada ao déficit hídrico que diminui a troca de água entre as folhas e o meio ambiente, sendo este déficit característica do ambiente semiárido, caracterizado pela alta intensidade de chuvas e sua curta duração, que propicia drenagem da água por conta do solo de áreas de caatinga terem baixa capacidade de retenção de água. Assim, mesmo que a catingueira seja uma espécie endêmica e adaptada as condições climáticas do ambiente em que se está inserida, ela é sensível as variações de precipitação espacial e temporal (ANDRADE et al., 2006), onde a medida que ocorre decréscimo nas chuvas inicia-se a abscisão foliar.

Na figura 9 observa-se o percentual total de folhas na copa dos indivíduos avaliados, sendo este o somatório obtido com o percentual de folhas verdes e amarelas avaliadas. Durante todo o período experimental houve presença de folhas na copa das árvores, mas a participação entre folhas verdes e amarelas no percentual total apresentou alteração, predominando, no mês de setembro folhas amarelas.

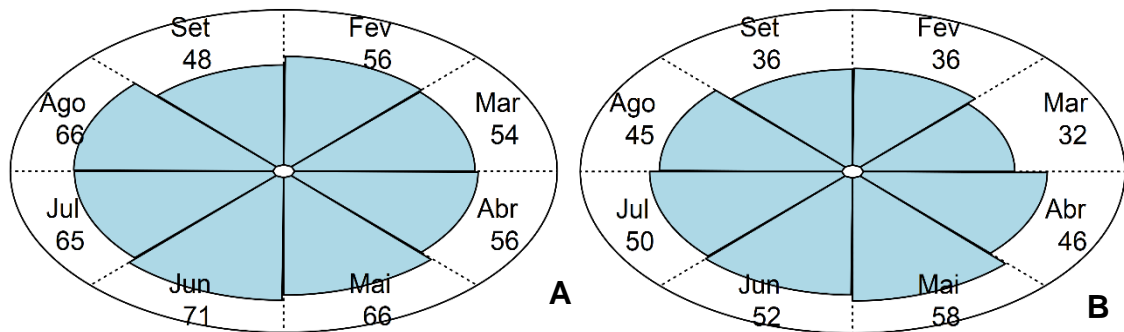


Figura 9. Ocorrência total de folhas (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri.

Na figura 10 observa-se o percentual de flores, relacionado a fenofase de floração, na Área I no mês de abril foi registrado maior floração com média de 3% de flores na copa e na Área II a percentagens de flores observadas na copa não foi considerada, pois apesar de ser registrado no gráfico nos meses de agosto e junho, os percentuais foram abaixo de 0,5%, assim no gráfico apresentou-se como 0%. Apesar da pouca contribuição na média no gráfico, por meio de observações a campo, os indivíduos da Área II realizaram seu ciclo fenológico.

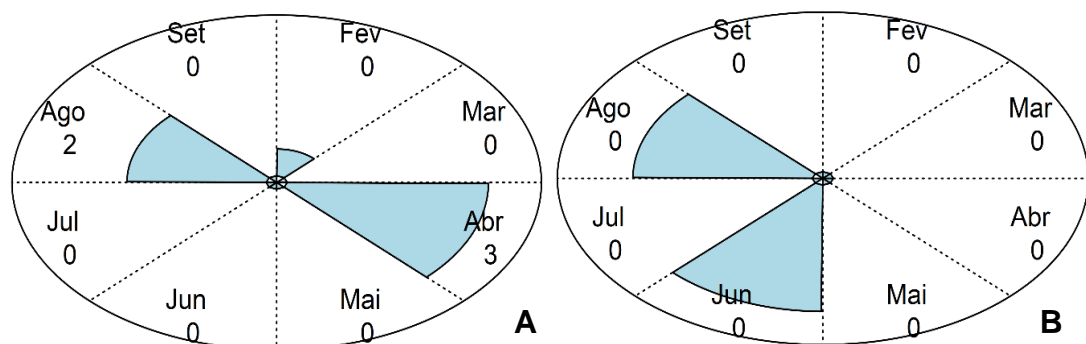


Figura 10. Ocorrência de flores (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri.

O período de floração no mês de abril ocorreu com a precipitação de 73,6 mm, podendo inferir a relação entre a floração e a precipitação, assim como desencadeia o processo de brotação, demonstrando, mais uma vez, a resposta fisiológica da planta aos pulsos de precipitação. Segundo Andrade et al. (2006) os pulsos de precipitações são responsáveis por estimular as repostas fenológicas das plantas.

Na figura 11 observa-se o percentual de frutos, relacionado a fenofase de frutificação, registrando-se maior percentagens na Área I no mês de maio, com 8%, enquanto na Área II não houve registro de frutificação. Isto pode ser relacionado ao fato de não ter sido registrado eventos de floração na Área II (Figura 6), considerando que estes indivíduos possuem fisiologias distintas e não desencadearam seus processos fenológicos da mesma forma que os indivíduos da Área I.

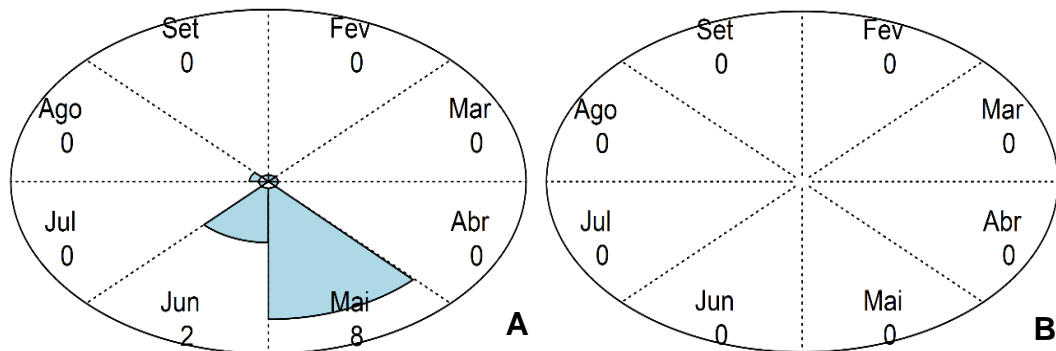


Figura 11. Ocorrência de frutos (%) da catingueira para as áreas I (A) e II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri.

Na avaliação da frutificação na Área I (Figura 10), identifica-se que este evento ocorreu após a floração registrado no mês de abril, corroborando com Parente et al. (2012) que relataram que a frutificação depende da distribuição das chuvas, pois as formações dos frutos consequentemente dependem da floração, e a frutificação da catingueira ocorre no período de chuvas.

De acordo com os dados obtidos é possível inferir que a catingueira possui brotação, floração e frutificação no período de chuvas e senescência foliar no início do período seco, ocorrendo variações no padrão fenológico de acordo com indivíduos avaliados. Segundo Lima et al. (2018) a catingueira possui sincronismo entre a fenologia e a distribuição de chuvas, tendo a intensidade de suas fenofases de acordo com o a distribuição e frequência. Além disso, os indivíduos observados na Área I apresentaram melhor resposta fenológica em relação aos indivíduos da Área II, área em que observou melhores características de cobertura do solo, podendo ser relacionado a variação entre plantas. E mesmo que tenha ocorrido brotação nos indivíduos avaliados na Área II, os mesmos não chegaram em estado de vegetação plena, influenciando as fenofases seguintes como floração e frutificação que não ocorreram.

A catingueira apresentou correlação positiva entre a precipitação pluvial, o brotamento e a floração, entretanto, a mesma apresentou uma correlação negativa com a senescência (Tabela 3). A correlação negativa entre a precipitação e a senescência demonstra que com o aumento das chuvas diminui a percentagem de folhas amarelas na copa das árvores, onde Souza

et al. (2014) observaram em seu estudo sobre fenologia da catingueira uma correlação positiva entre a precipitação e as fenofases de brotamento, floração e frutificação, e correlação negativa entre a precipitação e a queda das folhas.

Tabela 3. Correlação de Spearman (ρ) entre a precipitação pluvial e as fenofases de brotamento (FV), Senescência (FA), Floração (Flor) e Frutificação (Fruto) da catingueira durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri (***) $p < 0,001$

Correlação de Spearman (ρ)			
Precipitação pluvial (mm)			
FV	FA	Flor	Fruto
0,026	-0,47***	0,029	-0,08

4.4. Dinâmica do CO₂ do solo

As concentrações do CO₂ do solo foram avaliadas em todos os horários de todos os meses, nos horários de cada mês e nos horários dentro de cada mês em cada área experimental. Os dados da concentração do CO₂ do solo tiveram diferenças estatísticas entre as áreas, os meses e os horários avaliados. Na tabela 4 observa-se as diferenças estatísticas entre as áreas avaliadas através da medição interna com aparelho portátil, sendo Área I com manejo anterior de 10 caprinos SRD e Área II com ausência de animais.

Tabela 4. Concentrações de CO₂ do solo em relação as áreas experimentais durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019, em duas áreas de Caatinga na Estação Experimental em São João do Cariri

Dinâmica do CO ₂ do solo							
Mês	Hora	Medição interna (ppm)		Mês	Hora	Medição interna (ppm)	
		Área I	Área II			Área I	Área II
Fevereiro	6	655 B	1079 A	Junho	6	539 A	568 A
	11	610 B	690 A		11	542 A	567 A
	16	612 A	601 A		16	541 A	538 A
Março	6	692 B	773 A	Julho	6	649 A	566 B
	11	680 A	691 A		11	575 A	566 A
	16	567 A	587 A		16	557 A	549 A
Abril	6	908 A	683 B	Agosto	6	570 A	574 A
	11	675 A	596 B		11	578 A	593 A
	16	616 A	585 A		16	590 A	567 A
Maio	6	593 A	591 A	Setembro	6	597 A	592 A
	11	601 A	649 A		11	662 A	689 A
	16	559 A	583 A		16	631 A	688 A

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre as áreas pelo teste de Tukey a 0,05.

No mês de fevereiro as maiores concentrações ocorreram na Área II nos horários de 6 e 11 horas. No mês de março a maior concentração foi observada às 6 horas na Área II. No mês de abril as maiores concentrações nos horários de 6 e 11 horas na Área I. No mês de julho houve diferença estatística apenas no horário de 6 horas, registrando-se maior concentração de CO₂ na Área I. Não houve diferenças estatísticas nos horários avaliados entre as Áreas I e II nos meses de maio, junho, agosto e setembro.

As maiores concentrações de CO₂ na Área II podem estar relacionados a cobertura vegetal do solo, que nesta área é mais densa, enquanto que na Área I observou-se maiores espaçamentos da vegetação e solos descobertos. Além de que os teores de matéria orgânica no solo são maiores na Área II (Tabela 1). Assim acredita-se que, devido a maior cobertura vegetal sobre o solo, o conteúdo de água esteja sendo melhor aproveitado, proporcionando uma maior atividade microbiana neste meio; de acordo com Souto et al. (2008) a cobertura vegetal sobre o solo colabora para controlar a densidade de microrganismos presentes no solo, atuando com alimento por meio da decomposição e como abrigo.

Macêdo (2018) em experimento realizado nas mesmas áreas de Caatinga observou que os valores elevados de argila no solo da Área II (Tabela 1) contribuiu para manutenção do conteúdo de água no solo aliado a preservação dessa área em que se encontra melhor estado de conservação quando comparada a Área I.

Entretanto, foi relatado por Costa et al. (2008) que o solo desnudo permite incidência de raios solares que atuam aumentando a temperatura do solo, assim intensificam a atividade microbiana. Os autores realizando experimento com diferentes coberturas de solo, observaram um aumento da emissão de C-CO₂ do solo para a atmosfera no preparo convencional do solo, enquanto que no plantio direto observou-se temperatura do solo 20% menor do que no preparo convencional. Diante disto, os mesmos autores também destacam a importância de ponderar as emissões de C-CO₂ em função da quantidade de carbono no solo, pois identificaram que as emissões foram similares entre as diferentes coberturas de solo (Preparo convencional, preparo reduzido e plantio direto), mas o plantio direto promoveu maior proteção e assim maior estoque de carbono.

De acordo com Barreto et al. (2009) quanto maior conteúdo de matéria orgânica no solo maior sua contribuição para uma maior agregação do mesmo e assim contribui para estabilização e contenção do carbono no solo por mais tempo, e mesmo que com seu alto teor de matéria orgânica se tenha maiores emissões de CO₂, a retenção de carbono que este solo promove, compensa. Por sua vez, a emissão de C-CO₂ através da respiração microbiana é um indicador da qualidade do solo, entretanto, nem sempre resultados altos de emissões são

positivos, pois significa que em curto prazo tem disponibilidade nutrientes para as plantas e em longo prazo perda de carbono orgânico do solo para a atmosfera (PÔRTO et al., 2009), diante disto, quanto menor a quantidade de carbono perdida para atmosfera mais eficiente é a população microbiana.

Importante relatar que os valores das concentrações obtidas neste experimento são superiores aos valores relatados por Fonseca et al. (2018), onde em experimento realizado no município de Moju/PA, avaliando fluxos de CO₂ abaixo do dossel e acima do dossel do cultivo adulto de palma de óleo, registrou picos de CO₂ às 6:30 mesmo no período chuvoso com 530 ppm e no período seco com 555 ppm, relacionado a variação diurna do CO₂ em razão do metabolismo das plantas. Dentre as possíveis razões destaca-se as regiões distintas e manejos de solo distintos; assim, segundo Araújo et al. (2011) a liberação do CO₂ em áreas de Caatinga no Cariri paraibano possui tendência ao aumentar ao longo do dia, tendo essas variações associadas aos fatores climáticos.

Na tabela 5 observa-se as concentrações do CO₂ do solo em relação ao horário em todos os meses e os horários dentro dos meses avaliados, tendo-se diferenças estatísticas entre os horários em todos os meses avaliados e dentro dos meses.

Na concentração do CO₂ em relação ao horário em todos os meses a maior concentração de CO₂ ocorreu no horário de 11 horas, nos meses de fevereiro, março, abril e setembro, variando entre as áreas, e a menor concentração foi identificada na Área I no mês de junho às 6 horas e na Área II as menores concentrações foram às 6 horas nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro.

Tabela 5. Concentrações de CO₂ do solo em relação aos meses durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019, em duas áreas de Caatinga na Estação Experimental em São João do Cariri

Dinâmica do CO₂ do solo			
Mês	Hora	Medição interna (ppm)	
		Área I	Área II
Fevereiro	6	655 BCa	1079 Aa
	11	610 ABa	690 Ab
	16	612 ABa	601 ABc
Março	6	692 Ba	773 Ba
	11	680 Aa	691 Ab
	16	567 ABb	587 ABc
Abril	6	908 Aa	683 Ca
	11	675 Ab	596 Bb
	16	616 ABb	585 ABb
Mai	6	593 CDEa	591 Da
	11	601 ABa	649 ABa
	16	559 ABa	583 ABa
Junho	6	539 Ea	568 Da
	11	542 Ba	567 Ba
	16	541 Ba	538 Ba
Julho	6	649 BCDA	566 Da
	11	575 Bb	566 Ba
	16	557 ABb	549 ABa
Agosto	6	570 DEa	574 Da
	11	578 Ba	593 Ba
	16	590 ABa	567 ABa
Setembro	6	597 CDEb	592 Db
	11	662 Aa	689 Aa
	16	631 Aab	688 Aab

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre os horários entre os meses, e letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre os horários dentro do mês pelo teste de Tukey a 0,05.

A relação das maiores concentrações entre todos os horários avaliados ocorrerem às 11 horas pode ser relacionada a maior temperatura neste horário, e as menores no horário de 6 horas devido as menores temperaturas e maior umidade relativa do ar. De acordo com Araújo et al. (2008) em trabalho avaliando o fluxo de CO₂, observaram os maiores registros de CO₂ no intervalo de 12 a 18 horas, em razão que a produção de CO₂ se dá em função do tempo e da temperatura, onde a temperatura do ar é inversamente proporcional a umidade relativa do ar.

Entre os horários dentro de cada mês, foi observado que nos meses de fevereiro, maio, junho e agosto na Área I não houve diferença estatística nas concentrações de CO₂ entre horários; no mês de março as maiores concentrações de CO₂ foi identificada nos horários de 6 e 11 horas, no mês de abril e julho foi às 6 horas e no mês de setembro às 11 horas.

Entre os horários de cada mês na Área II foi observado que não houve diferença estatística nas concentrações de CO₂ entre os horários nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, notando-se maiores concentrações de CO₂ às 6 horas nos meses de fevereiro, março e abril, e às 11 horas no mês de setembro.

A diferença estatística entre os horários de cada mês, observou-se maiores concentrações de CO₂ no horário de 6 horas, em relação ao mês de março podendo ser relacionado a temperatura nesta avaliação, registrando média de 26,3 °C na Área I e 26 °C na Área II.

Em relação as concentrações no mês de abril, pode ser relacionada a ter ocorrido precipitação maior que 40 mm, Fonseca et al. (2018) também observaram características semelhantes na variação dos fluxos de CO₂ no período chuvoso e no período menos chuvoso do ano em cultivo de palma de óleo no Pará, mas observaram valor médio de troca de CO₂ maior no período chuvoso.

No mês de setembro as maiores concentrações de CO₂ ocorrem com temperatura média de 41,8°C na Área I e 46,3°C na Área II, bem como umidade relativa do ar média de 32,3% e 26%, respectivamente. Corroborando com Araújo et al. (2008), afirmando que a temperatura do ar é inversamente proporcional a umidade relativa do ar, assim menores valores de liberação de CO₂ são registrados com menor temperatura registrada.

Na figura 12 observa-se as médias da temperatura (°C) e da umidade relativa do ar (%) com medição realizada próxima a superfície do solo. Durante a condução das avaliações a temperatura e umidade se mostraram inversamente proporcionais nas áreas I e II, no horário de 6 horas registrados as menores temperaturas e maior umidade relativa do ar, enquanto que nos horários de 11 e 16 horas, registrou-se maior temperatura e menor umidade relativa do ar.

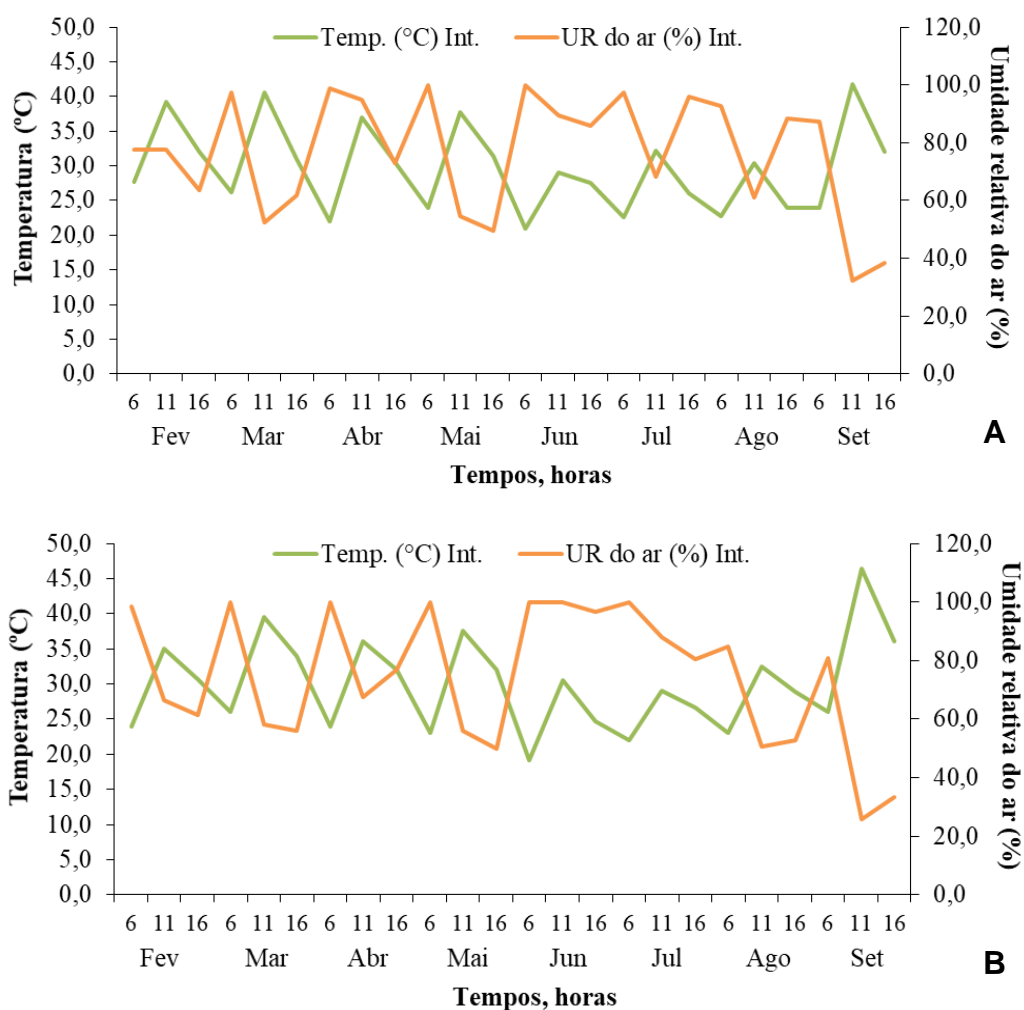


Figura 12. Média da temperatura (°C) e da umidade relativa do ar (%) na área I (A) e na área II (B) durante o período de avaliação de fevereiro a setembro de 2019 na Estação Experimental em São João do Cariri.

As maiores temperaturas foram registradas no horário de 11 horas, exceto no mês de junho que apresentou maior umidade relativa neste horário. Estes fatores podem ser atribuídos a mudanças climáticas durante as avaliações, como ocorrência de chuvas no momento da medição, que pode ter influenciado na maior umidade relativa do ar nos meses de julho e agosto no horário de 16 horas, devido as avaliações nas áreas não serem realizadas no mesmo dia, por conta do tempo necessário de leitura, sendo em torno de 1 hora para cada avaliação para cada área, podendo-se relacionar estas diferenças as mudanças climáticas que ocorreram entre as avaliações das áreas.

Nos meses de março, fevereiro e setembro foram observadas as maiores temperaturas durante o período de avaliação no horário de 11 horas, sendo 40,5; 39,0 e 38 °C respectivamente, e no mês de setembro apresentou o registro de maior temperatura no horário

de 16 horas (33,0 °C). No mês de junho e julho ocorreu a maior umidade relativa do ar, podendo ser associado a conservação do conteúdo de água do solo por conta do balde, pois a medição da umidade foi realizada próxima ao solo. Durante as observações a campo, é possível inferir que o balde sobre o ponto conserva um maior conteúdo de água no solo, pois retém a transpiração. Nas duas áreas, as maiores temperaturas ocorreram no horário de 11 horas e a maior umidade relativa do ar foi às 6 horas.

5. CONCLUSÃO

A catingueira é uma espécie que contribui com o aporte de serrapilheira em áreas de Caatinga, onde a precipitação influencia a abscisão foliar, e a fração folhas contribui predominantemente na matéria seca do aporte. A fenologia desta espécie responde aos pulsos de precipitação, onde a intensidade e duração das fenofases é de acordo com a amplitude e frequência das chuvas, com maior produção de folhas no período de chuvas.

As maiores concentrações de CO₂ do solo ocorre na área com manejo sem caprinos, às 11 horas, tendo influências da temperatura e da umidade relativa do ar nas concentrações; sendo um parâmetro indicador de qualidade ambiental.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, E.M.; SILVA, J.G. M.; ARAÚJO, M.S.; ARAÚJO, R.C.R.; SILVA, S.Y.A.M. Avaliação bromatológica da catingueira no Semiárido Potiguar. **Revista Centauro**, v. 5, n. 1, p. 13-20, 2014.
- ALVES, A.R.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C.; HOLANDA, A.C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, v. 6, n. 2, p. 194-203, 2006.
- ALVES, J.J. Geocologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 1, 2007.
- ALVES, T.S.; CAMPOS, L.L.; NETO, N.E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M.F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 341–347, 2011.
- ANDRADE, A.P.; SOUZA, E.S.; SILVA, D.S.; SILVA, I.F.; LIMA, J.R.S. Produção Animal no Bioma Caatinga: Paradigmas dos "Pulsos-Reservas". **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 138-155, 2006.
- ANDRADE, A.P.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Animal Production**, v. 4, n. 4, p. 01–14, 2010.
- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.V. Análise da cobertura de duas fitofisnomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.
- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.V. Análise da cobertura de duas fitofisnomias de caatinga com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 253–262, 2005.
- ANDRADE, R.L.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C.; BEZERRA, D.M. Deposição de Serrapilheira em área de Caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha - PB. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 223–230, 2008.
- ANTONELI, V.; FRANCISQUINI, V.M. Influência de alguns dados meteorológicos na produção de serrapilheira na FLONA (Floresta Nacional) de Iarati - Paraná. **Ambiência Guarapuava (PR)**, v. 10, n.1, p. 267-280, 2014.
- ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. 1ª ed. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200 p.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C; SILVA, N.L. Fenología y valor nutritivo de follajes de algunas especies forrajeras de la Caatinga. **Agroforestería em las Américas**, v. 9, n. 33-34, p. 33-37, 2002.
- ARAÚJO, K.D.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A.P.; PARENTE, H.N.; SILVA, E.E. Uso de espécies da caatinga na alimentação de rebanhos no município de São João do Cariri–PB. **Revista Ra'e Ga**, n. 20, p. 157-171, 2010.
- ARAÚJO, K.D.; PARENTE, H.N.; CORREIA, K.G.; ANDRADE, A.P.; DANTAS, R.T.; PEREIRA, W. E. Emissões de CO₂ sob área de caatinga no semi-árido da Paraíba. **Geoambiente On-line**, n. 10, p. 204–213, 2008.

ARAÚJO, K.D.; PARENTE, H.N.; CORREIRA, K.G.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A.P.; PAZERA JÚNIOR, E. Liberação de dióxido de carbono (CO₂) em área de caatinga no semi-árido da Paraíba. **Geoambiente On-line**, n. 12, p. 42–53, 2009.

ARAÚJO, K.D.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A.P.; PARENTE, H.N. Cinética de evolução de dióxido de carbono em área de caatinga em São João do Cariri-PB. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 1099–1106, 2011.

ARAÚJO, K.D.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A.P.; PARENTE, H.N.; SOUZA, M.A. Liberação de CO₂ do solo em áreas de caatinga sob pastejo caprino. **Revista Ra'e Ga**, v. 29, p. 194–208, 2013a.

ARAÚJO, K.D.; DANTAS, R.T.; ANDRADE, A.P.; PARENTE, H.N.; PAZERA JÚNIOR, E. Dinâmica da mesofauna edáfica em função das estações seca e chuvosa em áreas de Caatinga sob pastejo. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 4, n. 2, p. 663–679, 2013b.

BARRETO, R.C.; MADARI, B.E.; MADDOCK, J.E.L.; MACHADO, P.L.O.A.; TORRES, E.; FRANCHINI, J.; COSTA, A.R. The impact of soil management on aggregation, carbon stabilization and carbon loss as CO₂ in the surface layer of a Rhodic Ferralsol in Southern Brazil. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 132, n. 3-4, p. 243-251, 2009.

BELO, R.M.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G.W.; SILVEIRA, F.A.O.; RANIERI, B.D.; MORELLATO, P.C. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 4, p. 817–828, 2013.

BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 269–275, 2002.

BUBIER, J.L.; MOORE, T.R.; BLEDZKI, L.A. Effects of nutrient addition on vegetation and carbon cycling in an ombrotrophic bog. **Global Change Biology**, v. 13, p. 1168–1186, 2007.

BUSTAMANTE, M.; OMETTO, J.; MARTINELLI, L.A. **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar** / Carlos A. Nobre e José A. Marengo (orgs). São José dos Campos, SP: INCT, p.189-201, 2017.

CAMPBELL, C.A.; BIEDERBECK, V.O. Soil bacterial changes as affected by growing season weather conditions: a field and laboratory study. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 56, n. 3, p. 293–310, 1976.

CARDOSO, E.J.B.N.; ANDREOTE, F.D. **Microbiologia do solo**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016.

CAVALCANTE, A.C.; BOMFIM, M.; ALBUQUERQUE, F.H. Catingueira garante produção de caprinos e ovinos na seca extrema. **Embrapa Caprinos e Ovinos**, 2013.

CARVALHO, P.V. Estudo do fluxo de CO₂ e do estoque de carbono do solo em área de interflúvio no Pantanal município de Poconé, Mato Grosso. 68 f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT, 2013.

CHÁVEZ, L.F.; ESCOBAR, L.F.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; MEURER, E.J. Diversidade metabólica e atividade microbiana no solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1254–1261, 2011.

- CORREIA, D.A.B.; MELO NETO, G.B.; GOMES, D.L.S.; TORRES, M.B.A.M. Congenital malformations and abortions induced experimentally by the ingestion of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (catingueira) in sheep. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 12, p. 1430-1436, 2017.
- COSTA, C.C.A.; CAMACHO, R.G.V.; MACEDO, I.D.; SILVA, P.C.M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açu-RN. **Revista Árvore**, 2010.
- COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.
- COSTA, N.F. **Aspectos ecofisiológicos da catingueira e do pinhão-bravo em uma área de caatinga de Sergipe**. 70f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, 2014.
- CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A.; BRESSAN, D.A. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição de serapilheira. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 35–64, 1993.
- DAMASCENO, J.; SOUTO, J.S. Indicadores biológicos do núcleo de desertificação do seridó ocidental da Paraíba. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 31, n. 1, p. 100–132, 2014.
- DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S.; LÚCIO, A.A.; BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.M.L.; ARAGÃO, C.A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.
- DRUMOND, M.A.; PIRES, I.E.; OLIVEIRA, V.R.; OLIVEIRA, A.R.; ALVAREZ, E.A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no Semiárido Brasileiro. **Revista Árvore**, v.32, n.4, p. 665-669, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).
- ESPIG, S.A.; FREIRE, F.J.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L.C.; FREIRE, M.B.G.S.; ESPIG, D.B. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmentos de Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 33, n. 5, p. 949–956, 2009.
- FARIA, G.E.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L. Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto. **Scienti Forestalis**, v. 36, n. 80, p. 265–277, 2008.
- FONSECA, L.C.N.; ARAÚJO, A.C.; MANZI, A.O.; CARVALHO, C.J.R.; OLIVEIRA, L.R. Fluxos de CO₂ em plantio de palma de óleo no leste da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 1, p. 181-192, 2018.
- FRANÇA, A.A. **Anatomia foliar e valor nutritivo de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz em diferentes fases fenológicas**. 80f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2012.
- GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R.; MARTÍNEZ, R.L.V.; BARBOSA, J.E.A.S.; SILVA, E.O. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade *In Vivo* de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), fornecidas para ovinos morada nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 553–562, 2001.

HAUFF, S.N. Representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga. **Brasília: Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento**, 2010.

HENRIQUES, Í.G.N.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C.; SANTOS, W.S.; HENRIQUES, I.G.N.; LIMA, T.S. Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica vegetacional da Caatinga em Unidade de Conservação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 84–89, 2016.

HOLANDA, A.C.; FELICIANO, A.L.P.; FREIRE, F.J.; SOUSA, F.Q.; FREIRE, S.R.O.; ALVES, A.R. Aporte de serrapilheira e nutrientes em uma área de Caatinga. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 621–633, 2017.

HUXMAN, T.E.; SNYDER, K.A.; TISSUE, D.; LEFFLER, A.J.; OGLE, K.; POCKMAN, W.T.; SANDQUIST, D.R.; POTTS, D.L.; SCHWINNING, S. Precipitation pulses and carbon fluxes in semiarid and arid ecosystems. **Oecologia**, v. 141, n. 2, p. 254–268, 2004.

JAPIASSÚ, A.; LOPES, K.P.; DANTAS, J.G.; NÓBREGA, J.S. Fenologia de quatro espécies arbóreas da Caatinga no Semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 4, p. 34–43, 2016.

LEAL, I.R.; PERINI, M.A.; CASTRO, C.C. Estudo fenológico de espécies de Euphorbiaceae em uma área de caatinga. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil. **Anais [...]**. Caxambu-MG, 2007.

LEITE, L.F.C.; FERREIRA, J.S.; VELOSO, M.E.C.; MOUSINHO, F.E.P.; ROCHA JUNIOR, A.F. Variabilidade espacial das frações da matéria orgânica do solo em área degradada sob recuperação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 394–401, 2015.

LEITE, A.V.; MACHADO, I.C. Biologia reprodutiva da “catingueira” (*Caesalpinia pyramidalis* Tul., Leguminosae-Caesalpinioideae), uma espécie endêmica da Caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 1, p. 79–88, 2009.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, A.P.; PACHECO, M.V.; QUIRINO, Z.G.M.; SILVA, K.R.G.; BELARMINO, K.S. Phenology of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz and its relationship with temporal distribution of rainfall the Brazilian semi-arid region. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1035–1048, 2018.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 370–378, 2014.

LIMA, R.P.; FERNANDES, M.M.; FERNANDES, M.R.M.; MATRICARDI, E.A.T. Aporte e decomposição da serrapilheira na caatinga no Sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 42–49, 2015.

LIMA, A.L.A.; RODAL, M.J.N. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 11, p. 1363–1373, 2010.

LOPES, J.F.B.; ANDRADE, E.M.; LOBATO, F.A.O.; PALÁCIO, H.A. Q.; ARRAES, F.D.D. Deposição e decomposição de serrapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 3, n. 2, p. 72–79, 2009.

- MACÊDO, I.M. **Dinâmica da caducifolia e composição da serrapilheira de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz em áreas de caatinga sob pastejo caprino.** 85f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2018.
- MACHADO, I.C.S.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, n. 1, p. 57–68, 1997.
- MACIEL, M.G.; ELEOTERIO, S.S.; BATISTA, F.A.; SOUZA, J.S.; ELIAS, O.F.A.S.; OLIVEIRA, E.S.; CUNHA, M.V.; LEITE, M.L.M.V. Produção total e das frações de serapilheira em área de Caatinga no Semiárido de Pernambuco. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 43–45, 2012.
- MARTINS, C.R.; PEREIRA, P.A.P.; LOPES, W.A.; ANDRADE, J.B. Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 5, p. 28–41, 2003.
- MATIAS, J.R.; SILVA, F.F.D.; DANTAS, B.F. Catingueira-verdadeira *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L. P. Queiroz. **Embrapa Semiárido-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)**, 2017.
- MATIAS, M.C.B.S.; SALVIANO, A.A.C.; LEITE, L.F.C.; ARAÚJO, A.S.F. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do estado do Piauí. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 517–521, 2009.
- MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GIONGO, V.; PÉREZ-MARIN, A.M. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 643–653, 2012.
- MONTEIRO, M.T.; GAMA-RODRIGUES, E.F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 5, p. 819–826, 2004.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.
- MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; ARAÚJO, G.G.L.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, G.C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1643–1651, 2006.
- NASCIMENTO, H.T.S.; NASCIMENTO, M.S.C.B.; RIBEIRO, V.Q. Catingueira-forrageira nativa para fenação. **Embrapa Meio-Norte-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2002.
- NASCIMENTO JÚNIOR, J.R.S. **Comportamento alimentar de caprinos em pastejo e características morfo-qualitativas de cíbalas em áreas de caatinga.** 106f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2018.
- NOY-MEIR, I. Desert Ecosystems: Environment and producers. **Annual review of ecology and systematics**, v. 4, n. 1, p. 25–51, 1973.
- PARENTE, H.N.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S.; SANTOS, E.M.; ARAUJO, K.D.; PARENTE, M.O.M. Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de caatinga. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 411–421, 2012.

PÔRTO, M.L.; ALVES, J.C.; DINIZ, A.A.; SOUZA, A.P.; SANTOS, D. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no Brejo Paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 1011-1017, 2009.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana; Kew, Royal Botanic Gardens; Associação Plantas do Nordeste, 2009. 467p.

R DEVELOPMENT, CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. URL: <http://www.R-project.org>, 2011.

RÉGIS, K.M.C. **Composição florística, estrutura e rendimento da biomassa aérea de plantas forrageiras da caatinga**. 48f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2018.

RIBEIRO, K.; SOUSA-NETO, E.R.; CARVALHO JÚNIOR, J.A.; LIMA, J.R.S.; MENEZES, R.S.C.; DUARTE-NETO, P.J.; GUERRA, G.S.; OMETTO, J.P.H.B. Land cover changes and greenhouse gas emissions in two different soil covers in the Brazilian Caatinga. **Science of the Total Environment**, v. 571, p. 1048–1057, 2016.

SANTANA, J.A.S.; VEIRA, F.A.; PACHECO, M.V.; OLIVEIRA, P.R.S. Padrão de distribuição e estrutura diamétrica de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) na Caatinga do Seridó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, n. 1, p. 116–122, 2011.

SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **IDESIA (Chile)**, v. 29, n. 2, p. 87–94, 2011.

SANTOS, J.T. **Atributos físico-químicos do solo, dinâmica da serapilheira e composição bromatológica de espécies da Caatinga sob pastejo caprino**. 199f. Tese (Doutorado) - UFPB-UFRPE-UFCE, 2012.

SCHAIK, C.P.V.; TERBORGH, J.W.; WRIGHT, S.J. The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 353–377, 1993.

SILVA, C.A.; MACHADO, P.L.O.A. Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais. **Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2000.

SILVA, C.S.P.; SANTOS, M.L. Comportamento fenológico no evento pós-queima e biologia reprodutiva de *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil. (Rutaceae). **Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 29–39, 2008.

SILVA, E.E. **Fitossociologia, regeneração da vegetação e qualidade de sementes em áreas de caatinga**. 219f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2009.

SILVA, L.B.; SANTOS, F.A.R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 436–445, 2009.

SILVA, P.F.; LIMA, J.R.S.; ANTONINO, A.C.D.; SOUZA, R.; SOUZA, E.S.; SILVA, J.R.I.; ALVES, E.M. Seasonal patterns of carbon dioxide, water and energy fluxes over the Caatinga and grassland in the semi-arid region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 147, p. 71–82, 2017.

SILVA, V.N.; SOUTO, L.S.; DUTRA FILHO, J.A.; SOUZA, T.M.; BORGES, C.H. Deposição de serapilheira em uma área de caatinga preservada no semiárido da Paraíba, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, p. 21-25, 2015.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M.C.; SCOPEL, E.; COSTA JUNIOR, C.C.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 709-717, 2009.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; MIRANDA, J.R.P.; SANTOS, R.V.; ALVES, A.R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 32, p. 151–160, 2008.

SOUTO, P.C.; BAKKE, I.A.; SOUTO, J.S.; OLIVEIRA, V.M. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 52–58, 2009.

SOUZA, N.N.; CAMACHO, R.G.V.; MELO, J.I.M.; ROCHA, L.N.G.; SILVA, N.F.S. Estudo fenológico de espécies arbóreas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, v. 27, n. 2, P. 31-42, 2014.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 487-494, 2005.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall International Editions, 1999. 662 p.