**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**JORGE HENRIQUE DA SILVA COSTA**

# DINÂMICA DO ESTRATO HERBÁCEO EM ÁREAS DE CAATINGA PASTEJADAS POR CAPRINOS ASSOCIADA À ADUBAÇÃO FOSFATADA

**AREIA**

**2021**

**JORGE HENRIQUE DA SILVA COSTA**

# DINÂMICA DO ESTRATO HERBÁCEO EM ÁREAS DE CAATINGA PASTEJADAS POR CAPRINOS ASSOCIADA A ADUBAÇÃO FOSFATADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção animal.

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade – Orientador principal

Prof. Dr. Divan Soares da Silva – Coorientador

Profa. Dra. Aline Mendes Ribeiro – Coorientador

**AREIA**

**2021**

**Catalogação na publicação**
**Seção de Catalogação e Classificação**

C838d Costa, Jorge Henrique da Silva.
Dinâmica do estrato herbáceo em áreas de caatinga pastejadas por caprinos associada à adubação fosfatada / Jorge Henrique da Silva Costa. - Areia, 2021.
43 f. : il.

Orientação: Albericio Pereira de Andrade.
Coorientação: Divan Soares da Silva, Aline Mendes Ribeiro.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Zootecnia. 2. Massa de forragem. 3. Vegetação. 4. Semiárido. 5. Fósforo. I. Andrade, Albericio Pereira de. II. Silva, Divan Soares da. III. Ribeiro, Aline Mendes. IV. Título.

UFPB/CCA CDU 636(043.3)

Elaborado por EDILSON TARGINO DE MELO FILHO - CRB-15/686

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

**TÍTULO:** "**DINÂMICA DO ESTRATO HERBÁCEO-SUBARBUSTIVO EM ÁREAS DE CAATINGA PASTEJADAS POR CAPRINOS ASSOCIADA A ADUBAÇÃO FOSFATADA DO SOLO**"

**AUTOR:** Jorge Henrique da Silva Costa
**ORIENTADOR:** Alberício Pereira de Andrade

J U L G A M E N T O

**CONCEITO: APROVADO**

**EXAMINADORES:**

Prof. Dr. Divan Soares da SilvaPresidente
Universidade Federal da Paraíba

Maria do Socorro de Caldas Pinto

Profª. Drª. Maria do Socorro de Caldas PintoExaminadora
Universidade Estadual da Paraíba

Roberta de Lima Valença

Drª. Roberta de Lima ValençaExaminadora
Universidade Federal do Agreste do Pernambuco

Areia, 15 de julho de 2021.

**A Dulcemar Maria, minha mãe, meu amor e minha inspiração diária a não desistir.**

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pelo dom da vida, pela força para trabalhar e nunca desistir.

A minha mãe Dulcemar por sempre me incentivar nos estudos e ensinar que o conhecimento é algo que ninguém pode nos roubar.

Aos meus irmãos, João Ricardo e Anne Marília, por todo apoio durante essa jornada acadêmica, em especial a minha irmã por todo suporte e amizade. A todos os meus familiares

A minha esposa Eduarda por todo suporte, amor, compreensão e dedicação, sem ela não teria sido possível a realização e conclusão deste trabalho.

A zootecnista Natália Viana, pela contribuição essencial no período inicial do experimento.

Aos amigos Daniel, Iasmim, Isabelle, Gustavo, João Lukas, Maylane, Edwilka e Cintia, por todos os momentos de apoio e descontração, terei sempre boas lembranças.

A toda equipe da Estação Experimental de São João do Cariri: Sr Moraes, Marciene, Alexandre, Netinho, Marcocélio. Ao meu amigo Canigia Galvão, parceiro de alojamento por muitos meses, obrigado “Canis”.

Aos professores Dr. Alberício Andrade, Dr. Divan Soares e Dra. Aline Mendes por todo apoio, orientação, suporte e solicitude a cada dificuldade surgida durante o mestrado.

Ao professor Dr Walter Pereira e ao Dr Lukas Kennedy pela disponibilidade e atenção no atendimento estatístico, muito obrigado.

Ao professor Dr Raphael Beirigo pela solicitude na análise de solo e ao professor Hugo Morais pelo compartilhamento dos dados meteorológicos.

As agências de fomento CAPES e CNPq pela concessão de bolsa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

**“Se avexe não**

**Toda caminhada começa no primeiro passo”**

**Acioly Neto**

# DINÂMICA DO ESTRATO HERBÁCEO-SUBARBUSTIVO EM ÁREAS DE CAATINGA PASTEJADAS POR CAPRINOS ASSOCIADA A ADUBAÇÃO FOSFATADA DO SOLO

## RESUMO

A Caatinga possui diversidade de espécies nativas e elevada disponibilidade de plantas de interesse forrageiro, no entanto a estrutura e produção vegetal variam de acordo com condições ambientais e manejo. Com o objetivo de avaliar a Caatinga sob diferentes doses de adubação fosfatada, no período de maio de 2019 a junho de 2020, foi conduzido um experimento na Estação Experimental de São João do Cariri, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da UFPB, no município de São João do Cariri. A área total experimental utilizada foi de 9,6 hectares, dividida em três subáreas de 3,2 hectares, que foram submetidas durante 10 anos (2007 a 2017) a diferentes intensidades de pastejo por caprinos: 10; 5 e; área sem animais. Durante o período experimental não haviam animais nas áreas. Para avaliação, cada área foi submetida a 4 tratamentos (controle, 30, 60 e 90 kg de $P_2O_5$/há), estes apresentados em cinco transectos, três transectos que receberam adubação fosfatada com 400m² (2m de largura x 200m de comprimento) e dois transectos (controle) com menor comprimento e distância mínima de 5 m para não sofrer influência da adubação, onde foram coletadas 10 amostras em cada tratamento totalizando 120 amostras cada mês. Após separação e identificação, as espécies que apresentaram maior disponibilidade (*Aristida adscensionis, Diodia teres*, *Malvaceass* e o Pool) foram avaliadas para frequência, dominância e massa de forragem. A adubação promoveu aumento na produção de massa de forragem em áreas de Caatinga do Cariri paraibano, com destaque para a dose de 90 kg de $P_2O_5$/há no ano de 2020. No mês de abril de 2020 apresentou a maior produção de massa. A *Aristida* apresentou maior frequência e dominância entre as espécies, já a *Diodia* apresentou o menor valor de frequência relativa na área 2 com 16,28%. Para a dominância, a *Aristida* apresentou superioridade entre as espécies, com uma média de 30,50% nas áreas avaliadas. Avaliando a relação entre o ano e as espécies os dois primeiros componentes principais contribuíram com 89,1% para variação dos dados. Foi observado, maior disponibilidade da *Aristida* na área 2 no ano de 2020 com média de 58,293 g/m². Considerando a relação entre ano, área e dose de $P_2O_5$, o tratamento controle do ano de 2019 apresentou menor valor para massa de forragem. Neste sentido, as doses de adubação fosfatada, juntamente com elevada precipitação, promoveram, independentemente da utilização de uso da área, uma maior produção de massa de forragem.

**Palavras-chave:** massa de forragem; vegetação; semiárido; fósforo; pastejo

# HERBACEOUS-SUBARBUST STRATUM IN CAATINGA AREAS PAINTED BY GOATS ASSOCIATED WITH PHOSPHATE SOIL FERTILIZATION


## ABSTRACT

The Caatinga has a diversity of native species and high availability of plants of forage interest, however the structure and plant production vary according to environmental conditions and management. In order to evaluate the Caatinga under different doses of phosphate fertilization, from May 2019 to June 2020, an experiment was conducted at the Experimental Station of São João do Cariri, belonging to the Center for Agricultural Sciences of UFPB, in the city of São João do Cariri. The total experimental area used was 9.6 hectares, divided into three sub-areas of 3.2 hectares, which were submitted for 10 years (2007 to 2017) to different grazing intensities by goats: 10; 5 and; area without animals. During the experimental period there were no animals in the areas. For evaluation, each area was subjected to 4 treatments (control, 30, 60 and 90 kg of $P_2O_5$/há), these presented in five transects, three transects that received phosphate fertilization with 400m² (2m wide x 200m long) and two transects (control) with shorter length and minimum distance of 5 m so as not to be influenced by fertilization, where 10 samples were collected in each treatment, totaling 120 samples each month. After separation and identification, the species that showed greater availability (*Aristida adscensionis, Diodia teres*, *Malvaceas* and the Pool) were evaluated for frequency, dominance and forage mass. Fertilization promoted an increase in forage mass production in areas of Caatinga do Cariri in Paraíba, with emphasis on the dose of 90 kg of $P_2O_5$/há in 2020. At the month of April 2020 presented the highest mass production. *Aristida* had the highest frequency and dominance among species, while *Diodia* had the lowest relative frequency value in area 2 with 16.28%. For dominance, *Aristida* showed superiority among species, with an average of 30.50% in the evaluated areas. Assessing the relationship between year and species, the first two main components contributed with 89.1% to data variation. It was observed, greater availability of Aristida in area 2 in the year 2020 with an average of 58.293 g/m². Considering the relationship between year, area and $P_2O_5$ dose, the control treatment for the year 2019 had a lower forage mass value. In this sense, the doses of phosphate fertilization, together with high precipitation, promoted, regardless of the use of the area, a greater production of forage mass.



**Keyword:** forage mass; vegetation; semiarid; phosphorus; graze

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1. Características químicas e físicas do solo das áreas I, II e III localizadas na Estação Experimental em São João do Cariri-PB.....25**
**Tabela 2. Frequência (Absoluta e Relativa) e Dominância de espécies durante período experimental em áreas do Cariri paraibano.....29**

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1. Localização geográfica do Municipio de São Joâo do Cariri.....22**
**Figura 2. Precipitação pluvial (mm) dos últimos dez anos (A) e Precipitação pluvial (mm), Temperatura média do ar (ºC) e Umidade Relativa do ar (%) em dias nos anos de 2019 e 2020 (B) no município de São João do Cariri.....23**
**Figura 3. Croqui da área experimental de 9,6 ha com três divisões de 3,2 ha.....24**
**Figura 4. Croqui das áreas experimentais com transectos de adubações fosfatadas.....26**
**Figura 5. Piquetes de marcação para coleta de material.....26**
**Figura 6. Correlação e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2), análise hierárquica para valor de produção de massa nos diferentes tratamentos e gráficos boxplot para doses de $P_2O_5$ em diferentes espécies nos anos de avaliação. A: Correlação entre as variáveis e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes; B: Análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap), a escala varia do azul ao vermelho, correspondendo de baixo a alto valor de massa seca de forragem, respectivamente; C-F: Gráfico boxplot para doses de $P_2O_5$ nos anos de 2019 e 2020 para *Aristida* (C); *Diodia* (D); *Malvaceas* (E) e Pool (F).....31**
**Figura 7. Correlação e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2), análise hierárquica para valor de produção de massa nos diferentes tratamentos e gráficos boxplot para áreas em diferentes espécies nos anos de avaliação. A: Correlação entre as variáveis e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes; B: Análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap), a escala varia do azul ao vermelho, correspondendo de baixo a alto valor de massa seca de forragem, respectivamente; C-F: Gráfico boxplot para áreas nos anos de 2019 e 2020 para *Aristida* (C); *Diodia* (D); *Malvaceas* (E) e Pool (F).....33**
**Figura 8. Análise hierárquica para valor de produção de massa nos diferentes tratamentos, correlação e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2). A: Análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap), a escala varia do azul ao vermelho, correspondendo de baixo a alto valor de massa seca de forragem, respectivamente; B: Correlação entre as variáveis; C: dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes .....34**

**Figura 9. Gráfico boxplot para Doses de $P_2O_5$ em áreas no cariri paraibano nos anos de 2019 e 2020 para espécies. A e B: *Aristida* (g/m²); C e D: *Diodia* (g/m²); E e F: *Malvaceas* (g/m²); G e H: Pool (g/m²) .....37**

**Figura 10. Análise hierárquica para de produção de massa em diferentes meses para espécies em áreas do Cariri paraibano, correlação em círculo e gráfico de dispersão dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2). A: análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap), a escala varia do azul ao laranja, correspondendo de baixo a alto valor de massa seca de forragem; B: Correlação em círculo e gráfico de dispersão para meses e espécies.....38**

# SUMÁRIO

**1. INTRODUÇÃO** ..... 14
**2. REFERENCIAL TEÓRICO** ..... 15
2.2 EXPLORAÇÃO E DEGRADAÇÃO DA CAATINGA ..... 17
2.3 DIVERSIDADE E PRODUÇÃO DE ESPÉCIES DA CAATINGA ..... 19
2.4 INFLUÊNCIA DO FÓSFORO NO SOLO ..... 21
**3. MATERIAL E MÉTODOS** ..... 23
3.1ÁREA EXPERIMENTAL ..... 23
3.2 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS ..... 26
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS ..... 28
**4. RESULTADOS E DISCUSSÃO** ..... 29
**5. CONCLUSÃO** ..... 40
**6. REFERÊNCIAS** ..... 41

## 1. INTRODUÇÃO

A região Semiárida Brasileira está localizada no Nordeste e no norte do estado de Minas Gerais e é caracterizada pela irregularidade de chuvas, sendo estas concentradas em poucos meses do ano, possibilitando longos períodos de estiagem, onde a elevada evapotranspiração afeta diretamente a produção de alimentos, seja para consumo da população ou para produção animal.

No Brasil, a produção de ruminantes é baseada na utilização de pastagens. No Semiárido, a pecuária tem grande importância socioeconômica e é considerada um forte agente de alteração do ambiente, onde a herbivoria influencia na vegetação e pode ser considerada um dos principais fatores da evolução e adaptação das plantas forrageiras, além da dispersão de sementes de algumas espécies forrageiras.

O principal recurso forrageiro do Nordeste é o Bioma Caatinga. Este é representado por diversas espécies herbáceas, arbóreas e arbustivas, além de caducifólias e xerofíticas, com maior representatividade. A Caatinga é fonte de recursos naturais e uma das maiores florestas tropicais secas do mundo, que, em consequência da forma extrativista de exploração, o índice de áreas degradadas vem aumentando e comprometendo a composição botânica e a produtividade vegetal ao longo dos anos, gerando assim uma vegetação empobrecida, onde são verificadas árvores com menores média de altura, número de espécies e densidade vegetal.

Desta forma, a produção forrageira é dependente de vários fatores, principalmente o clima, manejo e utilização de insumos, que influenciam na qualidade da forragem e sua produtividade, auxiliando à produção animal. Com o manejo estratégico das plantas forrageiras e eficiente uso das áreas, é possível otimizar a produtividade através da utilização de insumos, para elevar o nível de fertilidade e corrigir a acidez do solo, possibilitando o aumento de produção de forragem.

Para um bom desempenho, as plantas forrageiras necessitam de diversos nutrientes, um deles é o fósforo, que está entre os macronutrientes primários e é um dos que mais interfere na produção. Os níveis de fósforo no solo são variáveis de acordo com o tipo de solo e espécies de plantas. Alguns autores afirmam que o baixo teor de fósforo no solo é o maior gargalo para o desenvolvimento de algumas espécies em regiões semiáridas, limitando assim o rendimento produtivo.

A adubação fosfatada utilizada na produção vegetal, auxilia na fotossíntese, respiração celular e energia da célula. O fósforo é essencial em um grande número de compostos, participando das vias metabólicas, estrutura de ácidos nucleicos e na divisão celular. Entender o efeito da utilização do fósforo na produção vegetal é essencial para utilização deste nutriente, auxiliando na recuperação e conservação da vegetação nativa.

Deste modo, com este estudo objetivou-se avaliar a massa de forragem, a frequência e dominância de espécies forrageiras submetidas a adubação fosfatada em áreas de Caatinga manejadas sob diferentes intensidades de pastejo por um período de 10 anos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO SEMIÁRIDA

A região Semiárida nordestina é fundamentalmente caracterizada pela ocorrência do Bioma Caatinga, que é formado por diferentes ecossistemas que são classificados pela diversificação da vegetação, recursos genéticos e elevada biodiversidade (MOURA, 2017).

O Bioma Caatinga é caracterizado pelo clima, irregularidade na concentração das precipitações, que variam de 400 à 800 mm, elevadas taxas de evapotranspiração e irregularidade na distribuição das chuvas, onde normalmente a precipitação anual se concentra entre três e cinco meses (ARAÚJO, 2011). A Caatinga é um dos biomas brasileiros mais ameaçados, isso devido ao intenso uso dos seus recursos, com perda constante da fertilidade do solo, resultantes do manejo inadequado da terra, associado às oscilações climáticas e as suas características naturais.

O Bioma Caatinga ocupa a quarta posição em extensão no País com 862.818 km² e ocorre quase que exclusivamente na Região Nordeste com 830.205 km², tendo uma área de ocorrência também no Estado de Minas Gerais que ocupa 614 km², a Caatinga ocupa aproximadamente 83,76% do Semiárido brasileiro, 55,59% da área do Nordeste e 10,1% do Brasil, já no Estado da Paraíba ocupa uma área de aproximadamente 52.273 km² correspondente a 92,57% do total de área (IBGE, 2019).

Segundo Souza, et al. (2013), a Caatinga é formada por diversas famílias botânicas adaptadas às condições Semiáridas do Nordeste, disponibilizando forragem para os animais. Porém, essa composição botânica é desuniforme, variando de acordo com a rede hidrográfica,

volume de precipitação, distribuição de chuvas, qualidade do solo e utilização da Caatinga pelos habitantes, onde grande parte das áreas já foram substituídas por pastagens e áreas agrícolas, que estas áreas possam ficar mais suscetíveis a processos futuros de degradação e desertificação (SOUSA et al., 2012).

A Caatinga tem sido desmatada de forma rápida, isso devido principalmente, à conversão para produção agropecuária e produção. Devido a ação antrópica o bioma Caatinga tornou-se mais susceptível a degradação em várias parte do Semiárido nordestino, principalmente em áreas extensas. Algumas atividades como construção de barragens hidrelétricas, formação de pastagens com a retirada da vegetação nativa e extração da madeira para utilização como carvão, possibilitam o avanço nos processos de desertificação e degradação de áreas de vegetação nativas industrial (ARAÚJO, 2011; ARAÚJO FILHO et al., 2002; GURJÃO, 2020; LIMA et al., 2015; PRADO, 2003).

Durante o período chuvoso ocorre maior crescimento das plantas e a Caatinga demonstra maior potencial produtivo. O estrato herbáceo se renova nesta época, são verificadas inúmeras espécies vegetais, que surgem de acordo com a precipitação pluviométrica necessária para o seu desenvolvimento. A quantidade de água na superfície do solo durante o pulso de chuva, a quantidade que se infiltrou e o pulso subsequente, podem influenciar a vegetação da Caatinga, que variam muito no espaço e no tempo (ANDRADE et al., 2006). Porém, na estação seca, algumas espécies se encontram no período de dormência, a produção forrageira é reduzida e consequentemente acontecem perdas de massa de forragem (SAMPAIO, 2010). Nesta época, as folhas dos estratos arbóreos e arbustivos são depositadas no solo, formando serrapilheira, assim ficando disponíveis para alimentação animal, reduzindo os riscos de erosão pela cobertura formada e principalmente tornando-se uma ótima via de nutrientes para o solo (LOPES et al., 2010).

Na Caatinga, uma das atividades econômicas predominantes é a pecuária extensiva, onde o principal alimento para os rebanhos é o pasto nativo, que comparado as pastagens cultivadas ocupa maiores áreas. Aproximadamente 70% das espécies que compõem a Caatinga, participam da dieta de animais ruminantes na época chuvosa, já no período seco, pela disponibilidade tem sua participação reduzida (COUTINHO, 2013).

A massa forrageira da Caatinga é dependente dos fatores ambientais, o tipo de vegetação, temperatura, solo e precipitação definem a produtividade da área. Outro fator a ser mencionado é o manejo inadequado das pastagens e a falta de reposição de nutrientes, que possibilitam a degradação da Caatinga na maior parte do Semiárido brasileiro.

A intervenção humana na vegetação da Caatinga acontece através de derrubadas, uso de agricultura e produção de lenha, nestes locais, o solo fica exposto, possibilitando menor capacidade de retenção de água, perda de matéria orgânica e consequentemente compactação. Com isso, é necessário entender os efeitos que esses fatores podem ocasionar na vegetação, para, que desta forma sejam tomadas decisões de controle, evitando a degradação da vegetação e do solo (MOURA, 2017).

## 2.2 EXPLORAÇÃO E DEGRADAÇÃO DA CAATINGA

A Caatinga é composta por várias espécies vegetais durante todo ano, sendo que boa parte dessas são de interesse forrageiro e influenciam no consumo e desempenho animal. As características qualitativas e quantitativas dessas plantas variam de acordo com tipo de vegetação, ambiente e manejo. A utilização da vegetação da Caatinga por todo o ano é praticamente impossível, assim é fundamental a utilização de estratégias como uso de alimentos conservados (silagem/feno), ampliação de área de uso e principalmente a redução de rebanho nos períodos secos, mitigando assim a intensidade de uso da terra e possíveis áreas de degradação.

No bioma Caatinga a produção animal, principalmente de pequenos ruminantes, é utilizada de forma extensiva, e é uma das principais fontes de obtenção de renda. Essa atividade é, segundo Araújo Filho (2011), uma das principais causas de degradação e desertificação, quando utilizada de forma muito intensiva, impossibilitando o reestabelecimento da vegetação, que já se encontra debilitada pelos fatores ambientais. Já para Alves et al. (2009), a Caatinga utilizada como pastagem exclusiva no sistema extensivo vem causando degradações fortes no ecossistema, em que já são encontradas grandes áreas com vegetação reduzida e empobrecida.

Nas regiões Semiáridas, uma das principais causas que apontam o processo de desertificação e degradação é a utilização de maneira inadequada dos solos, causada pelas ações antrópicas. Dentre estas ações o superpastejo é uma das mais relevante, pois dificulta o restabelecimento da vegetação através da grande pressão de pastejo sobre o solo. Para Sá e Angelotti (2009), a matéria orgânica e os nutrientes do solo são reduzidos de acordo com a utilização, em que, normalmente, são extraídas quantidades superiores à capacidade de recuperação natural do solo, desta forma, dificultando sua regeneração e reconstituição.

A degradação da Caatinga é um fenômeno que é definido pela redução da produção e qualidade da vegetação, redução da população microbiana no solo, elevada exposição do solo (vento, luz e água) e compactação do solo. Isto impacta de forma direta no sistema radicular

das plantas na superfície do solo, limitando a habilidade das plantas de absorver nutrientes em camadas mais profundas e tornando a planta mais suscetível a déficits hídricos. Este fenômeno pode ser considerado a principal causa de baixo potencial produtivo na região Nordeste (MACEDO, 2015; OLIVEIRA et al., 2004).

Em estudos realizados por Alves et al. (2009), a ação antrópica na Caatinga vem acelerando a degradação do seu potencial produtivo e dos seus solos, provocando desequilíbrios ecológicos de acordo com sua intensidade, já em áreas de Caatinga que se encontram em período de regeneração, a ocorrência de uma vegetação mais densa e com maior quantitativo de espécies é observada pelo rebrotamento dos troncos e presença de árvores poupadas.

Na época seca, quando a oferta de forragem é reduzida, ocorre maior impacto no solo e vegetação da Caatinga, visto que os animais irão caminhar distancias maiores em busca de alimento, causando assim maiores perdas na qualidade do solo, e redução da quantidade de espécies vegetais (MOURA, 2017).

Parente et al. (2012), avaliando a influência do pastejo em Caatinga no Cariri Paraibano, manejada com diferentes intensidades de pastejo sobre a fenologia de algumas espécies forrageiras, verificaram alteração como redução antecipada de folhas, flores e frutos, particularmente no tratamento com maior lotação animal, alterando assim na fenologia das espécies avaliadas.

A Caatinga apresenta reduzida capacidade de suporte em virtude da baixa produção de forragem, que altera com a vegetação, condições edafoclimáticas ambientais e espécie animal (Araújo Filho, 2013), sendo o potencial produtivo vegetal da Caatinga resultado do somatório da parte aérea das espécies lenhosas, dos ramos e folhas da vegetação herbácea (Pereira Filho et al., 2013). Segundo Moura (2017), ajustando a taxa de lotação animal em função da oferta de forragem é possível conciliar um bom desempenho da vegetação com uma boa resposta na produção animal, otimizando assim os sistemas produtivos.

A degradação das pastagens causa grandes complicações financeiras, isso pelo alto investimento necessário para um possível reestabelecimento do solo, às condições de produtividade. Segundo Oliveira Neto et al. (2018), a restauração de pastagens degradadas tem atraído atenção nos últimos anos, e os estudos têm se tornado cada vez mais importante na compreensão da função ecológica, com o intuito de possibilitar a recuperação e mitigar os avanços da degradação, através de intervenção humana ou natural para facilitar o reestabelecimento de áreas.

Desta forma, compreender a oscilação de massa de forragem é essencial para o gerenciamento e tomada de decisão no manejo das pastagens. Assim, um nível de utilização adaptado para cada região possibilita um bom crescimento da vegetação, desta forma, beneficiando os componentes ambientais locais e consequentemente respostas satisfatórias na produção animal.

## 2.3 DIVERSIDADE E PRODUÇÃO DE ESPÉCIES DA CAATINGA

No Semiárido brasileiro são encontrados 3 tipos de clima (BShw com precipitações concentradas nos meses de dezembro e janeiro; BShw´ com precipitação nos meses de março e abril e BShs´ com precipitações nos meses de maio e junho), a precipitação varia entre 150 e 1300 mm, temperatura média de 28ºC e umidade relativa do ar próximo a 60% (PEREIRA FILHO et al., 2013).

Com variação no clima, é possível encontrar inúmeras combinações de espécies, assim, com o tempo, cada região formou-se ecossistema próprios de acordo com o tipo de exploração, composição e estrutura do solo, além das características climáticas. Cada um destes ecossistemas é composto por espécies que melhor se adaptaram as ações antrópicas ou naturais, no decorrer do tempo.

A diversidade de espécies da Caatinga depende da localização, estágios sucessionais da vegetação e de vários fatores abióticos como luz, temperatura, água e composição do solo. A vegetação é representada por espécies arbustivas, arbóreas e herbáceas, com presença forte de espécies xerofíticas e caducifólias (MARINHO, et al., 2016).

Na avaliação de mudanças temporais em uma estrutura vegetacional no município de Bom Jesus (PI), em 13 parcelas, com 400 m² cada, foi observada variação no número de indivíduos em espécies arbustivas-arbóreas nos anos de 2016 e 2019, onde apresentaram redução de 835 para 787 indivíduos, porém não foi alterado o número de famílias (11) e o número de espécies (31) (SILVA et al., 2020)

No Ceará, em um fragmento florestal de Caatinga, dividido em 45 parcelas de 200 m², apresentou-se em sua composição lenhosa a quantidade de 2.256 indivíduos, distribuídos em 36 espécies, 29 gêneros e 13 famílias, esta elevada concentração de indivíduos lenhosos pode ser reflexo da baixa exploração de área através de ações antropogênicas (LIMA & COELHO 2018).

No município de Taboleiro Grande (RN), um levantamento fitossociológico realizado em duas áreas (preservada e antropizada) de fragmento de Caatinga, com 10 parcelas de 100 m² cada, foram catalogados 392 indivíduos, distribuídos em 10 famílias, 19 gêneros e 21 espécies, onde, apenas quatro espécies foram presentes nos dois ambientes, mostrando assim parâmetros fitossociológicos distintos entre as áreas, em que a área preservada apresentou alturas e diâmetros das plantas superiores aos encontrados na área antropizada (BESSA & MEDEIROS, 2011).

Em Monteiro na Paraíba, na avaliação da composição florística de um fragmento de Caatinga, em uma área de 1 hectare, foi verificado 3.495 indivíduos, distribuídos em 14 famílias, 26 gêneros e 37 espécies, onde apesar da área possuir 30 anos de conservação, é baixa sua riqueza florística comparada a outras áreas de Caatinga conservada (PEREIRA JÚNIOR, ANDRADE & ARAÚJO 2013).

No Sertão pernambucano, Moreira et al., (2006) contabilizaram 67 espécies vegetais nos três componentes (arbóreo, arbusto e herbáceo), dessas, 19 eram arbóreas, 20 arbustivas e 28 herbáceas, demostrando assim as características da vegetação da Caatinga, onde a disponibilidade de matéria seca dos componentes variou de acordo com o mês de avaliação, em que o somatório dos três estratos, até 2 m de altura, resultou em 2.781 kg/MS/ha$^{-1}$.

Na cidade de Santana do Ipanema (Al), em uma avaliação da composição florística e a estrutura fitofissiológica da Caatinga, em área de 1 ha, com 100 parcelas de 100 m², foram observados 1.790 indivíduos, distribuídos em 21 famílias, 39 gêneros e 41 espécies. Desta forma, foi constatado que o ambiente se encontra em processo de regeneração, pois o maior número de espécies se encontra com os menores diâmetros e alturas (SANTOS et al., 2020).

Em Canindé do São Francisco (SE), analisando os aspectos fitossiológicos de uma área de Caatinga, com aproximadamente 191 hectares, com 30 parcelas de 400 m², foram registradas 24 espécies, distribuídas em 21 gêneros e agrupadas em 12 famílias, do componente lenhoso (FERRAZ et al., 2013).

Na região de Brumado (BA), em pesquisa sobre a diversidade e estrutura fitossociológica de Caatinga, foram contabilizados em 17 parcelas de 250 m² cada, um total de 1170 indivíduos agrupados em 27 famílias e 63 espécies, mostrando assim a diversidade local, onde as espécies que se mostraram mais adaptadas foram *Commiphora leptophloeos e Croton sp.*, respectivamente, com 48 e 50 indivíduos (SANQUETTA et al., 2014).

A produção de biomassa de espécies da Caatinga oscila de acordo com seu ambiente, manejo, época e método de avaliação. Trabalhos conduzidos por ARAUJO FILHO et al., 2002; AZEVÊDO, 2010; LOPES et al., 2010; DE OLIVEIRA et al., 2015 e OLIVEIRA NETO et al, 2018, demonstraram variação nos resultados em relação a produtividade de biomassa de espécies da Caatinga. Desta forma, é importante lembrar que parte da biomassa produzida fica indisponível para os animais.

Regularmente, o maior aporte forrageiro ocorre no período chuvoso e é originado pelo estrato herbáceo. Porém, com o início da estação seca, as espécies lenhosas passam a constituir, através da folhagem, o principal componente forrageiro para os animais ruminantes (PEREIRA FILHO et al., 2013; SANTANA et al., 2011).

## 2.4 INFLUÊNCIA DO FÓSFORO NO SOLO

O fósforo é classificado como um dos nutrientes que mais impactam no desenvolvimento e crescimento das plantas, e se encontra como um dos que mais limitam a produção devido sua baixa disponibilidade, desta forma é necessária sua aplicação através da adubação fosfatada para resultados satisfatórios (SOUSA, 2016). Este nutriente, logo após a água e o nitrogênio, é o que mais limita à produção vegetal, sendo importante no estabelecimento e perfilhamento, além de estimular o desenvolvimento e crescimento das raízes (SALGADO et al., 2010).

No Semiárido brasileiro é necessário elevar a eficiência produtiva e este resultado pode ser obtido através da adubação fosfatada (MOURA, 2017). Os níveis de fósforo no solo alteram de acordo com a região, condições ambientais, tipos de solo, estádio de desenvolvimento das plantas e sua disposição, além da forma disponível deste e dos demais nutrientes (SANTOS, 2017). De acordo com Nesper et al. (2015), a degradação das pastagens tropicais em solos altamente intemperizados está correlacionada a redução estrutural do solo e o declínio da matéria orgânica, o que também pode possibilitar alteração na disponibilidade e dinâmica do fósforo no solo.

Com isso, o declínio da fertilidade do solo, em decorrência da falta de reposição dos seus nutrientes e a severa exploração da terra, é apontado como um dos principais fatores da degradação de áreas de pastagens (COSTA et al., 2009). O fósforo, sendo um nutriente fundamental para os organismos vivos, tem papel fundamental na nutrição das plantas, em que

desempenha uma grande variedade de funções nos processos bioquímicos e fisiológicos (OLIVEIRA NETO et al, 2018).

Na fase de estabelecimento das plantas, a exigência de fósforo no solo é alta, isso porque o sistema radicular ainda ocupa uma área reduzida, no crescimento, sua necessidade torna-se mais elevada devido ao acúmulo de nutrientes em sua fitomassa, havendo limitação do fósforo ou de mais algum dos nutrientes essenciais, esta fase se prolonga, já no período de produção a necessidade de fósforo é reduzida, pois o sistema radicular explora uma maior área de solo e os nutrientes já foram acumulados em seus tecidos (SOARES et al., 2001).

De acordo com Zucareli et al. (2006), o fósforo é um elemento indispensável no metabolismo das plantas, atuando na fotossíntese, transferência de energia e na respiração celular, como também participa da estrutura de fosfolipídeos, fosfoproteínas e coenzimas. Assim, a limitação em sua disponibilidade no início do ciclo vegetativo pode restringir o desenvolvimento, fazendo com que a planta não mais se recupere, mesmo aumentando posteriormente suas concentrações à níveis adequados.

Na fotossíntese, Silva et al. (2010) concluíram que, a elevada disponibilidade de fósforo no solo promove bom desenvolvimento fotossintético, induzindo maior abertura estomática, e promovendo maior atividade bioquímica e fotoquímica, assim, resultando em maior disponibilidade energética para o crescimento das plantas. Para Santos et al. (2015), a reduzida disponibilidade de fósforo limita a taxa fotossintética, interferindo no desenvolvimento, retardando o florescimento e diminuindo a produção das plantas.

Já na transferência de energia, de acordo com SARAIVA et al. (2011), uma explicação para as maiores doses de adubação fosfatada proporcionarem maiores valores de altura nas plantas é que, o fósforo tem grande importância nas reações bioquímicas, participando do processo de transferência de energia, através da composição da molécula de ATP (Tri-fosfato de Adenosina), que armazena energia sintetizada na fotossíntese e respiração, influenciando o desenvolvimento das plantas.

Na respiração celular o fósforo está presente na composição das moléculas de ADP, ATP e NAD(P)H, este elemento também se faz presente nos ácidos nucléicos, açúcares, lipídios e proteínas, além do DNA e RNA, e participa de diversos processos como transferência de informação, sinalização intracelular, replicação e expressão dos genes (LAMBERS et al., 2006); MOURA, 2017; ZUCARELI et al., 2014).

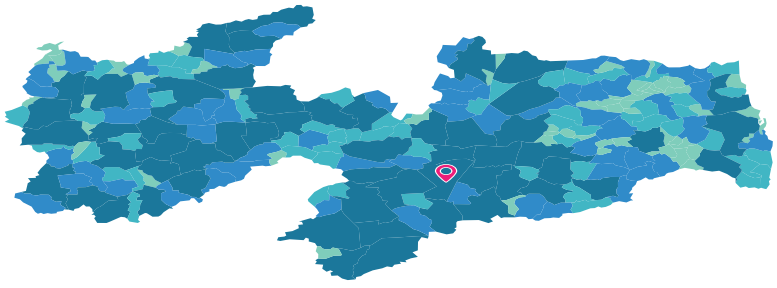
O fósforo participa de todas as fases do ciclo produtivo das plantas, estabelecimento, desenvolvimento e produção, seu nível de concentração e disponibilidade auxiliam na velocidade do seu desenvolvimento, resistência a pragas ou déficit hídrico e eficiência no uso da água. Uma das maiores dificuldades na manutenção e estabelecimento de áreas de pastagem são os baixos níveis de fósforo total e disponível (PATÊS et al. 2007).

A adubação fosfatada altera a diversidade de espécies e dinâmica da vegetação devido algumas espécies terem altas respostas a inclusão deste nutriente. Desta forma esse fator pode ser fundamental na recuperação da vegetação em áreas de Caatinga no Semiárido nordestino.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido nos anos de 2019 e 2020 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 (Figura 1), 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, apresentando relevo suave ondulado.



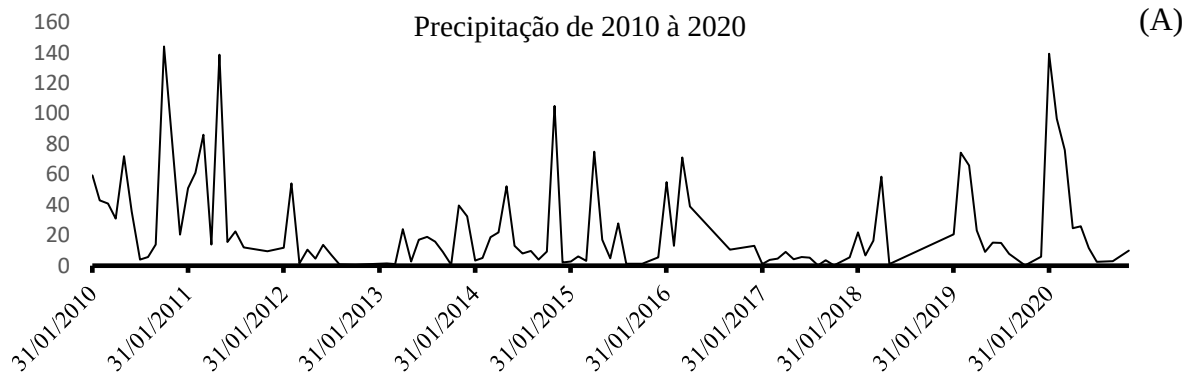
Fonte: IBGE, Panorama (2020)

**Figura 1. Localização geográfica do Município de São João do Cariri.**

O clima da região é do tipo BShw semiárido quente, com chuvas de janeiro à abril, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por baixa e irregular precipitação pluvial.

A temperatura média durante o período experimental foi de 25,72 °C, com valor médio diário mínimo de 20,98 °C e máximo de 29,46 °C. Geralmente, o período mais quente do ano compreende o intervalo entre os meses de novembro a janeiro e o mês mais frio é julho.

De acordo com os dados da Agência Executiva e Gestão de Águas (2021), o município apresentou precipitação pluvial média de 229,045 mm nos últimos 10 anos (Figura 2 (A)). Para os dados de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, no ano de 2019 até junho do ano de 2020 (Figura 2 (B)), os dados foram coletados na Estação Experimental de São João do Cariri (EESJC), com aparelho CR1000 datalogger e com intervalo de tempo de dez minutos entre coletas.




Fonte: AESA (2021)

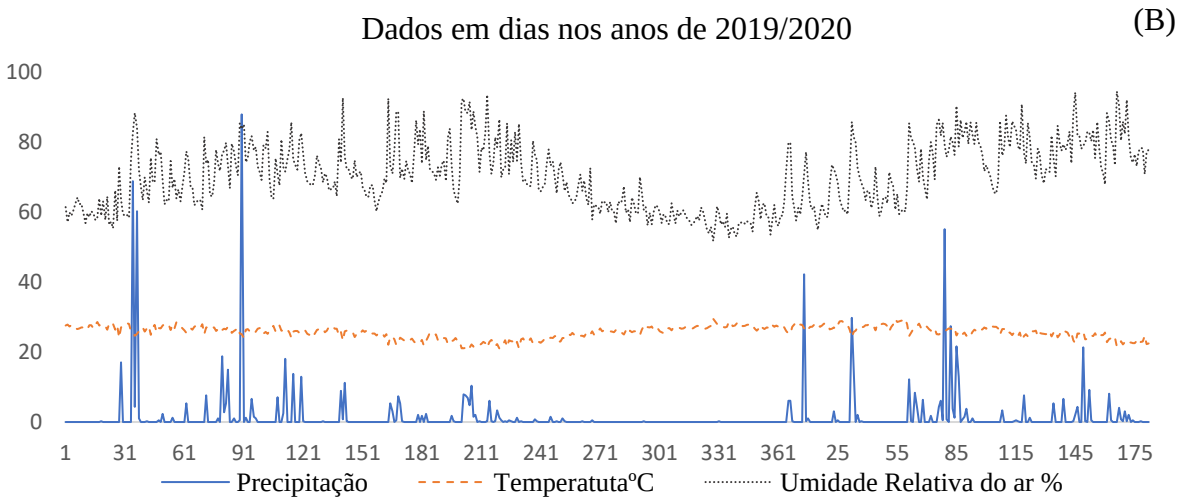



**Figura 2. Precipitação pluvial (mm) dos últimos dez anos (A) e Precipitação pluvial (mm), Temperatura média do ar (ºC) e Umidade Relativa do ar (%) em dias nos anos de 2019 e 2020 (B) no município de São João do Cariri.**

A pesquisa foi conduzida em uma área total de 9,6 ha, sem a presença de animais durante o periodo experimental, com formação vegetal de Caatinga hiperxerófila oriunda de sucessão secundária, dividida em três áreas de 3,2 ha, delimitadas por cerca de arame farpado, onde foi

realizado o mesmo manejo por um período de aproximadamente 10 anos, até o ano de 2017, utilizando-se caprinos, com diferentes intensidades de pastejo, nos quais o primeiro piquete denominado Área 1 manteve-se com 10 caprinos em pastejo; o segundo piquete (Área 2) com cinco caprinos; e o terceiro piquete (Área 3) não havia animais (Figura 3). Durante o período de permanência dos animais, foram utilizados caprinos sem padrão racial definido com peso corporal médio de 23 ± 2,3 Kg (NASCIMENTO JUNIOR, 2018). De setembro do ano de 2017 à abril de 2019, não haviam animais nas áreas, totalizando um período de 20 meses sem pastejo, antes do período experimental.

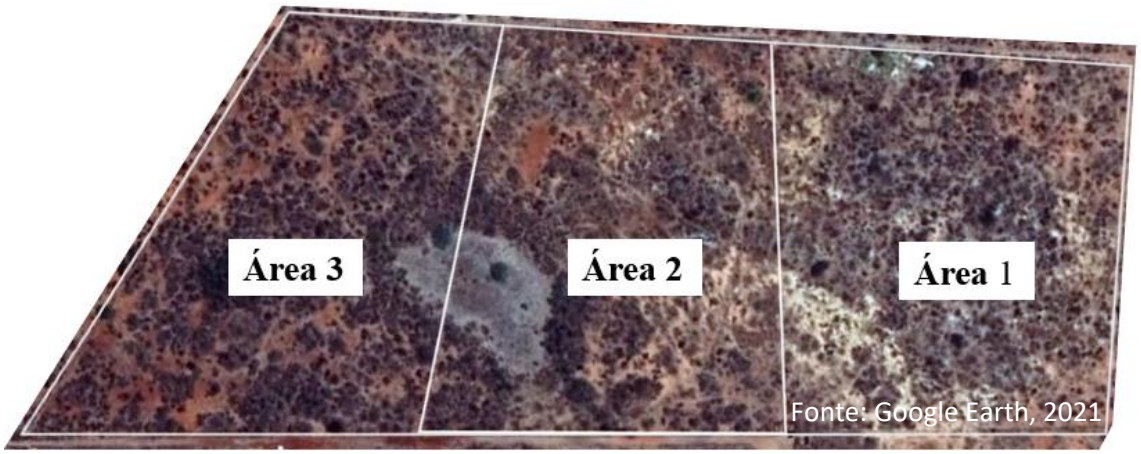



**Figura 3. Croqui da área experimental de 9,6 ha com três divisões de 3,2 há, em São João do Cariri - PB 2021.**

O solo da área experimental apresenta predominância de Neossolos Litólicos, 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.

Para caracterização dos atributos do solo, foram realizadas análises química e física. Assim, foram coletadas dez amostras aleatórias de solo em cada área, na profundidade de 0-20 cm. A partir das amostras simples, foram formadas três amostras compostas, uma para cada área experimental. As amostras foram devidamente embaladas em sacos plásticos, identificadas e levadas ao laboratório de física e de fertilidade do solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias da UFPB (Tabela 1).

**Tabela 1. Características químicas e físicas do solo das áreas I, II e III localizadas na Estação Experimental em São João do Cariri-PB.**

Química

| Área | pH | P | $K^+$ | $Na^+$ | $H^+ + Al^{+3}$ | $Al^{+3}$ | $Ca^{+2}$ | $Mg^{+2}$ | SB | CTC | MO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $H_2O$ (1:2,5 | --- | --- | ----------Cmolc/dm3---------- | | | | | | | -g/kg- |
| 1 | 5,7 | 5,29 | 54,90 | 0,33 | 1,80 | 0,30 | 1,88 | 1,83 | 4,18 | 5,98 | 5,09 |
| 2 | 6,4 | 3,70 | 65,32 | 0,42 | 1,25 | 0,00 | 3,07 | 2,97 | 6,63 | 7,88 | 5,93 |
| 3 | 6,4 | 4,85 | 58,11 | 0,20 | 2,72 | 0,00 | 5,59 | 4,81 | 10,75 | 13,47 | 7,49 |

Física

| Área | Areia | Silte | Argila | |
|---|---|---|---|---|
| | 2- 0,05 | 0,05 – 0,002 | < 0,002 | CLASSE TEXTUAL |
| | ----------g/kg---------- | | | |
| 1 | 662 | 221 | 117 | Franco Arenosa |
| 2 | 641 | 239 | 120 | Franco Arenosa |
| 3 | 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 LCl 1 M

SB: Soma de Bases Trócaveis

CTC: Capacidade de Troca Catiônica

M.O.: Matéria Orgânica – Walkley-Black

## 3.2 TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS

Foi avaliado a influência da adubação fosfatada na massa de forragem em vegetação herbácea da Caatinga que foi submetida a diferentes intensidades de pastejo por 10 anos. As doses de adubação utlizadas foram: 0, 30, 60 e 90 kg de $P_2O_5$/h por não haver na literatura estudos com essas doses na Caatinga. Cada área teve 5 transectos paralelos, onde 3 transectos (tratamentos que receberam $P_2O_5$) mediam 200 m de comprimento e 2 m de largura, perfazendo assim uma área de 400 m², intercalados com 2 transectos (controle), estes de menor comprimento e distância mínima de 5 m para não sofrer influência da adubação.

Foram realizadas 10 marcações nos transectos que receberam doses de adubação fosfatada e 5 marcações nos transectos do tratamento controle, para coleta e avaliação de massa de forragem, como demonstra a figura 4.

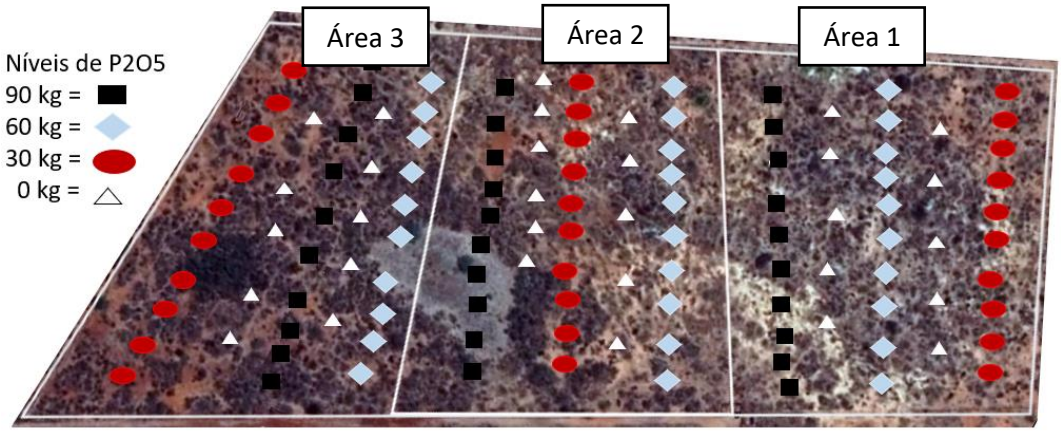



**Figura 4. Croqui das áreas experimentais com transectos dos tratamentos experimentais.**

As áreas de coleta nos transectos possuíam área de 1m² e a coleta do material foi realizada com auxílio de um quadrado de cano PVC com área de 0,25 m². O quadrado era posicionado em um quadrante da marcação a cada coleta. A ordem de coleta do material do quadrante foi no sentido anti-horário, iniciando no quadrante nordeste no mês de maio/2019, sendo as amostras coletadas rente ao solo, com intervalo de 120 dias para retornar ao mesmo quadrante, como mostra a Figura 5.

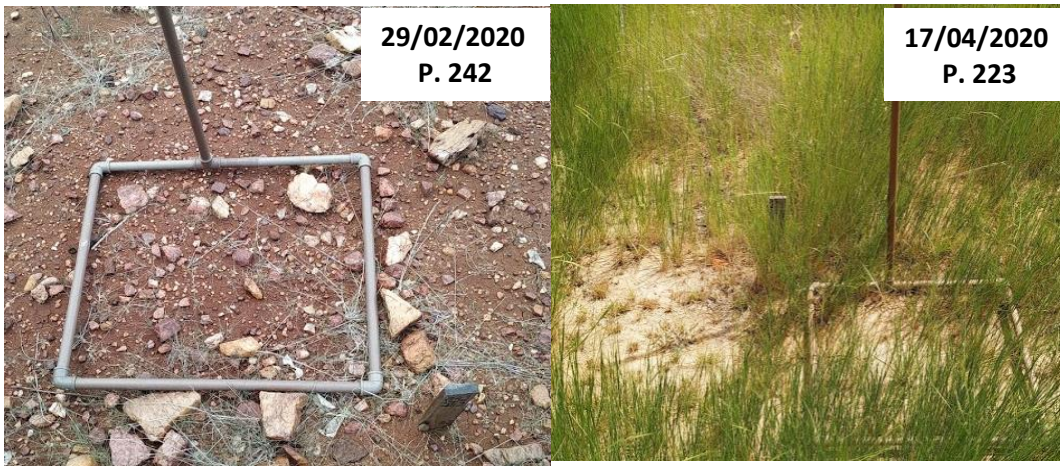



**Figura 5. Piquetes de marcação para coleta amostral.**

A adubação fosfatada foi realizada à lanço, sem incorporação no solo, ocorrendo de forma planejada no mês de abril do ano de 2019. A fonte de fósforo ($P_2O_5$) utilizada na aplicação foi o fosfato monoamiônico (granulado). A quantidade aplicada de fósforo foi calculada com base no teor de $P_2O_5$ total presente no fertilizante fosfatado, que neste caso foi igual a 61%.

## 3.3 COLETA E SEPARAÇÃO DO MATERIAL

O experimento teve duração de 14 meses, em que as coletas de amostras da massa de foragem foram realizadas mensalmente, no último final de semana de cada mês, no período de maio de 2019 a junho de 2020. Para estimativa de massa de forragem, foram coletadas 10 amostras em cada tratamento (doses de $P_2O_5$/ha/ano x área), totalizando 40 amostras por área e 120 amostras por mês, respectivamente, com um total de 1,680 amostras realizadas durante o período experimental.

Para coleta das espécies herbáceas foi utilizado um quadrado de 0,25m² (50 cm x 50 cm), as espécies foram coletadas rente ao solo, já os ramos, foram coletados com até 1 cm de diâmetro e 160 cm de altura, simulando o pastejo caprino. Após coletadas, as amostras foram identificadas, pesadas e acondicionadas em freezer para posterior separação.

A separação do material coletado em cada parcela foi realizada na Estação Experimental de São João do Cariri (EESJC) no período de janeiro à setembro de 2020, onde foram separadas as espécies com maior frequencia: *Aristida adscensionis* (Panasco); *Sida spp L.*, *Waltheria americana*, *Waltheria indica* (*Malvaceas*), *Diodia teres* (*Diodia*) e as demais espécies com menor frequência na parcela formaram o Pool.

Foram avaliados os parâmetros de disponibilidade de espécies através do peso por espécie, frequência e dominância. Para analisar a frequência foram utilizadas duas formas, Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR), na forma absoluta a espécie era identificada como presente (+) ou ausente (-) e foi calculado o número de vezes em que a espécie ocorre (O), dividido pelo número total de meses avaliados (NM), mutiplicado por cem, através da equação FA = (O/NM)*100. Na forma relativa foi calculado a FA, dividido pelo somatório de ocorrencia das espécies na área (SO), mutiplicado por cem, através da da equação FR = (FA/SO)*100 . Já para dominância, foi calculado a porcentagem do peso da espécie (P) em relação ao peso total do mês (PT), multiplicado por cem, através da equação D = (P/PT)*100 (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

## 3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em um arranjo fatorial 3 x 4 x 2, sendo três áreas (áreas 1, 2 e 3), quatro doses (0, 30, 60 e 90 kg de $P_2O_5$) e dois anos de avaliação, com dez locais de coleta em cada tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de componentes principais (PC), e os tratamentos foram plotados em relação aos dois primeiros componentes (PC1 e PC2). O número de grupo foi definido com base na análise de Cluster e dispersão nos dois primeiros componentes (PC1 e PC2). O Heatmap foi formado em função dos tratamentos (ano x área; ano x dose; ano x área x dose) e espécies visando indicar o melhor grupo usando as distâncias médias de Gower, um mapa de calor foi utilizado para auxiliar na interpretação do conjunto de dados. A partir dos grupos, foram gerados gráficos do tipo boxplot para espécies e tratamento. As análises foram realizadas utilizando programa estatístico R v.4.0.0 e os pacotes 'ggplot', 'ggfortify', 'PerformanceAnalytics', (R Development core Team, 2020).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se (Tabela 2) que nas três áreas a *Aristida* teve 100% de FA, durante o período experimental, seguida do Pool de espécies que teve 85,71% de FA também nas três áreas. Na área 1, foi observado valor de 85,71% de FA para *Diodia* e Pool. Na área 2 a *Diodia* apresentou 50% da FA, este resultado pode ser explicado pela reduzida quantidade de plantas desta espécie na área, demostrando variação entre as áreas apesar de próximas. Parente et al. (2013), avaliando a evolução do estrato herbáceo em área de caatinga sob pastejo, nas mesmas áreas, concluiram que a *Diodia* se mostra adaptada as condições edafoclimáticas climáticas locais. No ano de 2020, por apresentar eventos de precipitação durante o período de avaliação não houve variação na frequência de espécies entre as áreas do mês de fevereiro ao mês de maio.

Para FR (Tabela 2), em todas as áreas, a *Aristida* teve valores superiores as demais espécies. Foi observado no Pool, comportamento semelhante e valores próximos à *Aristida* para FR. Na área 1, a *Diodia* e o Pool apresentaram o mesmo valor para FR. Já na área 2, a menor FR foi de 16,28% encontrada para *Diodia*. Foi obeservado nas áreas adaptabilidade das espécies para FR, onde apenas 25% dos valores de FR apresentaram valores inferiores a média.

Para dominância (Tabela 2), nas áreas 1, 2 e 3, a *Aristida* obteve valores de 56,12, 48,28 e 43,18%, respectivamente, estes valores mostram a maior dominância desta, comparada as demais espécies avaliadas. A espécie que apresentou menor dominância durante o período experimental foi a *Diodia*, este resultado se deu pela menor frequência e caractéristicas da espécie. Pode-se observar que quanto maior o valor da dominância da *Aristida*, maior a intensidade de pastejo sofrida pela área, antes da realização do experimento, durante aproximadamente 10 anos. Estes dados corroboram com Facundo e Frota (2020), que afirmam a *Aristida* como bioindicadora de processos de degradação no solo.

A predominância da *Aristida* seja frequência ou dominância está relacionada com o adaptabilidade desta espécie nas áreas. A área experimental se encontra em estágio de sucessão secundária, a qual foi desmatada para implantação do cultivo de algodão, que prevaleceu até a década de 80, depois utilizada para práticas pecuárias até aproximadamente o ano de 2007, onde, a área foi dividida em três áreas e foram adotadas diferentes intensidades de pastejo. Até setembro do ano de 2017, em que, a partir daí, não houve permanência de animais nas áreas até o final deste experimento.

**Tabela 2. Frequência (Absoluta e Relativa) e Dominância de espécies durante período experimental em áreas do Cariri paraibano**

| Frequência Absoluta | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ano | | 2019 | | | | | | | | 2020 | | | | | |
| Mês | | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun |
| Área 1 | Ari. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Dio. | + | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + | + | + | - |
| | Mal. | + | + | + | + | + | + | + | - | - | - | + | + | + | - |
| | Pool | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | - |
| Área 2 | Ari. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Dio. | - | - | + | - | + | - | - | - | + | + | + | + | + | - |
| | Mal. | + | + | + | + | + | + | + | - | - | - | + | + | + | - |
| | Pool | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | - | + | + | + |
| Área 3 | Ari. | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| | Dio. | + | + | + | + | - | + | - | - | + | + | + | + | + | - |
| | Mal. | + | + | + | + | + | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| | Pool | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + | - | + | + | + |

| Frequência Absoluta (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Espécies | Aristida | Diodia | Malvaceas | Pool |
| Área 1 | 100 | 85,71 | 71,42 | 85,71 |
| Área 2 | 100 | 50 | 71,42 | 85,71 |
| Área 3 | 100 | 71,42 | 78,57 | 85,71 |

| Frequência Relativa (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Espécies | Aristida | Diodia | Malvaceas | Pool | Total |
| Área 1 | 29,17 | 25,00 | 20,83 | 25,00 | 100 |
| Área 2 | 32,56 | 16,28 | 23,26 | 27,91 | 100 |
| Área 3 | 29,79 | 21,28 | 23,40 | 25,53 | 100 |

| Dominância (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Espécies | Aristida | Diodia | Malvaceas | Pool | Total |
| Área 1 | 56,12 | 4,57 | 3,15 | 36,16 | 100 |
| Área 2 | 48,28 | 0,47 | 39,17 | 12,08 | 100 |
| Área 3 | 43,18 | 6,73 | 16,72 | 33,37 | 100 |

Analisando a relação entre o ano de amostragem das espécies herbáceas no cariri paraibano e nível de $P_2O_5$ foi constatado que os dois primeiros componentes principais (PC1 e

PC2), contribuíram com 89,1% da variação dos dados, com correlação positiva (r = 0,79) entre *Diodia* e Pool que foram influienciadas principalmente pela utilização de 30, 60 e 90 kg de $P_2O_5$ avaliadas em 2020 (Figura 6A), com base no gráfico box plot foi possível observar prevalência da *Aristida* no ano de 2020 em relação as coletas realizadas em 2019, com aumento em função do nível de $P_2O_5$ (Figura 6C).

Quatro grupos foram formados a partir da análise hierárquica para valor de produção de massa, com destaque no ano de 2020 para os tratamentos que receberam adubação fosfatada, formando o G 1, já o tratamento controle do ano de 2019 teve a menor massa de forragem. Este resultado foi influenciado pela menor precipitação no ano de 2019 e ausência da adubação, tendo em vista que os tratamentos que receberam adubação fosfatada tiveram massa de forragem superior em relação a este no mesmo ano (Figura 6B).

Para o Pool, os valores observados em todos tratamentos fosfatados, independente do ano, foram superiores em relação ao tratamento controle. O Pool teve maior presença no ano de 2020 em relação ao ano de 2019, indicando a influência das doses utilizadas juntamente com uma precipitação superior (Figura 6F).

A dinâmica das espécies em função da adubação fosfatada, nos anos avaliados, mostrou que a *Aristida* obteve maior massa de forragem comparada às demais espécies. Foi observado uma redução nos valores de massa de forragem das *Malvaceas* no ano de 2020, este resultado foi obtido pela maior produção de massa de forragem das demais espécies avaliadas, no ano de 2020, influenciadas pelos eventos de precipitação e utilização da adubação fosfatada. A dose de 90 kg de $P_2O_5$ no ano de 2020 proporcionou um aumento de 36,78%, 74,17%, 29,35% e 116% respectivamente para as espécies *Aristida, Diodia, Malvaceas* e Pool, na massa de forragem em comparação ao tratamento controle (Figura 6 C-F). De modo geral, todos tratamentos fosfatados apresentaram valores superiores de massa de forragem em comparação ao tratamento controle.

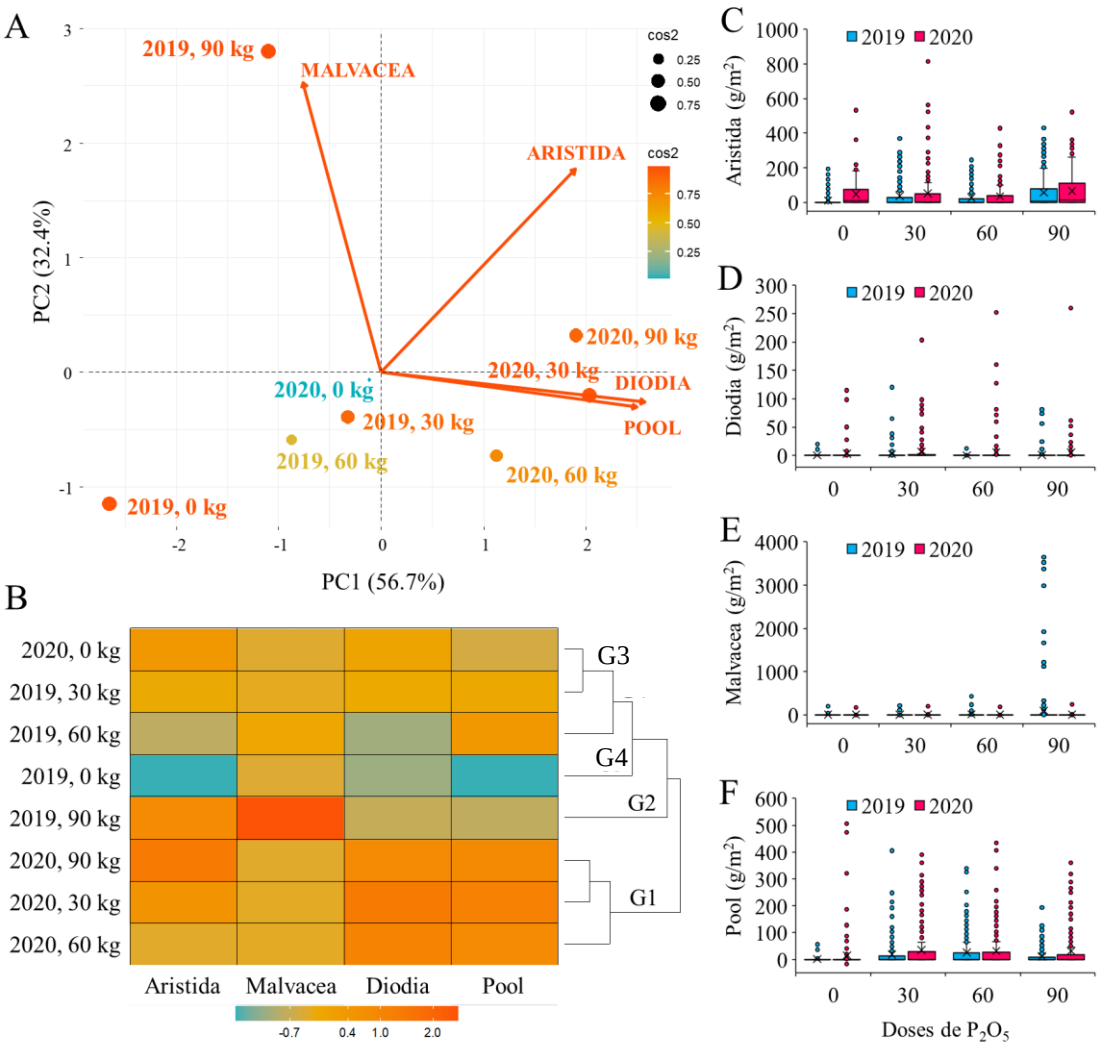



**Figura 6. Correlação e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2), análise hierárquica para valor de produção de massa nos diferentes tratamentos e gráficos boxplot para doses de $P_2O_5$ em diferentes espécies nos anos de avaliação. A: Correlação entre as variáveis e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes; B: Análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap), a escala varia do azul ao vermelho, correspondendo de baixo a alto valor de massa seca de forragem, respectivamente; C-F: Gráfico boxplot para doses de $P_2O_5$ nos anos de 2019 e 2020 para *Aristida* (C); *Diodia* (D); Malvaceas (E) e Pool (F).**

A partir da análise de componentes principais, foi observado que estes contribuíram com 81,9% da variação dos dados para os tratamentos (área x ano) e espécies herbáceas no cariri paraibano. Foi possível constatar alta relação de *Diodia* e Pool para área 1 e 3 no ano de 2020 (Figura 7A).

Na análise hierárquica (Figura 7B) foi obtida quatro grupos, com destaque para as amostragens realizadas no ano de 2020 nas áreas 1 e 3, que formaram o grupo 1 (G1) e a menor

massa foi observada no tratamento do Grupo 4, áreas 1 e 3 do ano de 2019. Os demais tratamentos apresentaram resultados intermediários.

No gráfico boxplot (Figura 7C) é possível observar que no ano de 2020, maiores valores de massa de forragem para *Aristida* em relação ao ano de 2019. Foi observado que nas áreas 1 e 3 a massa de forragem foi semelhante nos dois períodos de avaliação, já a área 2 apresentou valores superiores em relação as demais áreas para cada período de avaliação.

Para *Diodia* (Figura 7D), foi observado maiores valores no ano de 2020, independente das áreas, sobressaindo-se os valores de outliers das áreas 1 e 3 do ano de 2020. Para *Malvaceass* (Figura 7E), os maiores valores observados para massa de forragem foram no ano de 2019 na área 2. Para o Pool de espécies, as áreas apresentaram maiores médias de massa de forragem no ano de 2020 para as áreas 1 e 3, já a área 2 não sofreu variação nos anos avaliados para o Pool de espécies (Figura 7F). Pode-se observar uma correlação negativa entre o Pool e a *Aristida* na área 2.

Para *Aristida*, *Diodia* e Pool os maiores valores de massa de forragem foram observados no ano de 2020, e estes resultados podem estar relacionados com a maior precipitação pluvial ocorrida no ano de 2020 se comparado ao ano de 2019. A correlação observada para Pool e *Diodia* pode estar relacionada com as características fisiológicas das espécies, estas sensíveis e responsivas aos pulsos de precipitação, que ocorreram com maior frequência no ano de 2020, propiciando assim uma correlação positiva entres as variáveis.

O resultado das *Malvaceas* na área 2 no ano de 2019, pode não ter sido influenciado pelos tratamentos e sim pela ausência do corte de padronização experimental, anterior a maio de 2019, promovendo assim um valor alto de massa de forragem, uma vez que a área se encontrava sem pastejo.

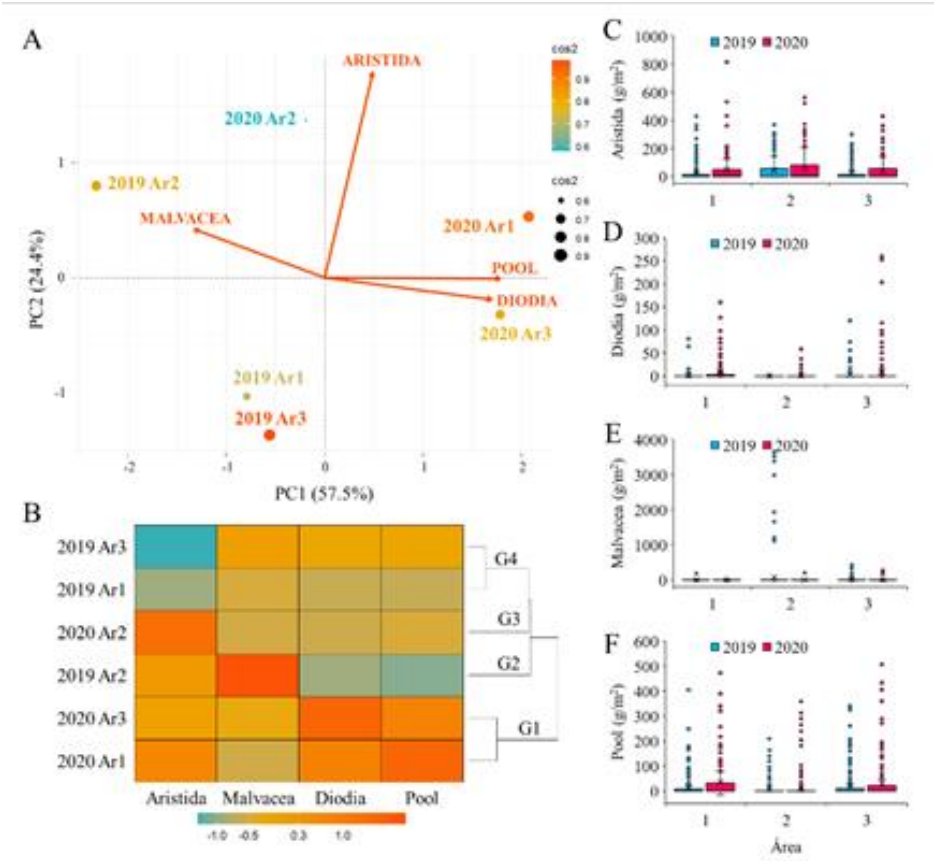



**Figura 7. Correlação e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2), análise hierárquica para valor de produção de massa nos diferentes tratamentos e gráficos boxplot para áreas em diferentes espécies nos anos de avaliação. A: Correlação entre as variáveis e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes; B: Análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap), a escala varia do azul ao vermelho, correspondendo de baixo a alto valor de massa seca de forragem, respectivamente; C-F: Gráfico boxplot para áreas nos anos de 2019 e 2020 para *Aristida* (C); *Diodia* (D); *Malvaceas* (E) e Pool (F).**

Considerando a relação entre ano, área de avaliação e dose de $P_2O_5$ (Figura 8A) foi observada a formação de quatro grupos, com destaque para os tratamentos: 2019, área 2, 90 kg (G1); 2019, área 2, 0 kg (G2); 2020, área 3, 60 kg (G3), e; 2020, área 2, 60 kg (G4), em que esses tratamentos também sobressaíam para a análise de componentes principais, confirmando a influência positiva do $P_2O_5$ no acúmulo de massa das espécies avaliadas, contribuindo com 72% da variação dos dados, observados na Figura 8C.

Na Figura 8A, os grupos um (G1) e dois (G2) tiveram maior relação com as *Malvaceas* comparado às demais espécies, com destaque para o tratamento 2019, área 2, 90 kg $P_2O_5$. Já os grupos 3 e 4 apresentaram comportamento semelhante entre si, com baixa variação entre as espécies, com isso, foi observado maior relação entre os tratamentos e as espécies que receberam doses de $P_2O_5$ no ano de 2019. Os tratamentos do ano de 2020 presentes no G3 e G4

apresentaram maior relação com as espécies, independente da área ou dose de $P_2O_5$, isso pode ser resultante da maior precipitação no ano (Figura 8A).

Na Figura 8B, os dois primeiros componentes contribuíram com 72% da variação total dos dados para diferentes tratamentos. Foi registrada correlação positiva entre *Diodia* e Pool (r = 0,58), pois estes grupos são representados por herbáceas de ciclo curto, que são altamente responsivas às chuvas e se expressam no mesmo período.

Os tratamentos que apresentaram menor influência nas espécies foram os tratamentos controle do ano de 2019 (Figura 8C), isto pode estar relacionado com uma menor quantidade de nutrientes no solo, comparados aos tratamentos que receberam adubação fosfatada. O fósforo está relacionado ao metabolismo energético das plantas, participando de todos os ciclos metabólicos relacionados ao seu gasto de energia, atuando na utilização dos outros nutrientes (Fabrice et al., 2015).

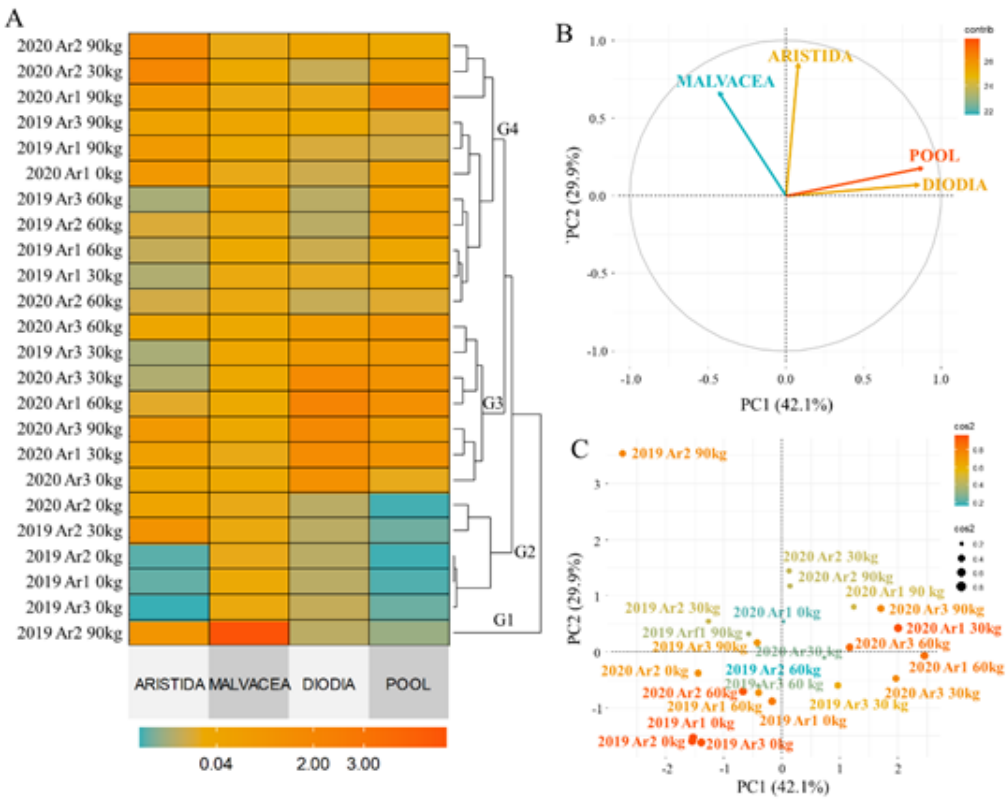



**Figura 8. Análise hierárquica para valor de produção de massa nos diferentes tratamentos, correlação e dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2). A: Análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap), a escala varia do azul ao vermelho, correspondendo de baixo a alto valor de massa seca de forragem, respectivamente; B: Correlação entre as variáveis; C: dispersão dos tratamentos em função dos dois primeiros componentes**.

Os valores de massa de forragem da *Diodia, Aristida* e Pool em função da adubação com $P_2O_5$ e área de avaliação realizada em 2019 e 2020 demonstram que as doses de adubação foram eficientes no aumento da massa de forragem, o que não foi observado nas *Malvaceass* (Figura 9 - A a H).

Para *Aristida* no ano de 2019, a utilização de 30 kg de $P_2O_5$ proporcionou massa de forragem de 67 g/m² na área 2, sendo superior às demais áreas, utilizando a mesma dose de adubação. Isto pode ter sido influenciado pelas características locais da vegetação no tratamento, que contribuía para propagação e germinação das sementes. As áreas 1 e 3 possuíam pontos de coletas que dificultavam o desenvolvimento da *Aristida*. A área 1 possuía dois pontos de coleta de amostras na dose de 30 kg de $P_2O_5$ com pedra rochosa e três pontos em terreno arenoso, o que não viabilizava o desenvolvimento dessa espécie. Na área 3 a vegetação era densa (comparada as demais áreas), o que pode ter aumentado a competitividade por espaço e nutrientes entre as espécies existentes na área e influenciado um menor crescimento da espécie *Aristida* (Figura 9A).

No ano de 2020, a *Aristida* apresentou resultado semelhante ao ano de 2019 em todos os tratamentos que receberam doses de $P_2O_5$. Entretanto, observou-se no ano 2020 valores de massa de forragem superiores no tratamento controle (0 kg de $P_2O_5$) em comparação ao ano 2019. Esta variação pode ter ocorrido devido maior precipitação no ano de 2020 em relação ao ano de 2019, desta forma a *Aristida* se mostrou mais influenciada pela precipitação pluvial do que pela dose de adubação utilizada nas áreas (Figura 9B).

Durante o ano de 2019 a *Diodia* não sofreu influência dos tratamentos (Figura 9C). No ano de 2020, foi observado na área 1, com doses de 30 e 60 kg de $P_2O_5$ aumento nos valores para massa de forragem (Figura 4D). Comparando o tratamento controle com as doses de 90 kg de $P_2O_5$, pode-se observar um aumento de 160% para área 1, 341% para área 2 e 25% para área 3, na massa de forragem de *Diodia*. Esta variação pode ter ocorrido nas áreas por adaptação estratégica desta espécie, por dispersar sementes em elevada quantidade durante ciclos anteriores, e com a elevada precipitação do ano de 2020 houve possibilidade de germinação.

No ano de 2019, para o Pool, todos tratamentos que receberam adubação fosfatada tiveram valor de massa de forragem superior aos tratamentos controle. O Pool, na área 3, teve maior valor de massa de forragem na dose de 30 kg de $P_2O_5$, já na área 2, a dose de 60 kg de $P_2O_5$ proporcionou maior valor de massa de forragem para esta mesma variável (Figura 9G).

No ano de 2020, para o Pool, todos tratamentos que receberam doses de $P_2O_5$ nas áreas 1 e 3 apresentaram valores de massa de forragem superiores ao tratamento controle. Pode-se observar na área 1, valores crescentes para massa de forragem de acordo com as doses utilizadas, com média de 48 g/m² na dose de 90kg de $P_2O_5$. O Pool na dose de 90 kg de $P_2O_5$, na área 2, pode não ter sofrido influência, para massa de forragem, pela formação de um lago em parte do transecto durante o período chuvoso, impossibilitando o crescimento das espécies e coleta de 40% das amostras para esse tratamento durante a permanência do lago. No ano de 2020 o Pool, na área 2, apresentou correlação negativa com a *Aristida* (figuras 9B e 9H).

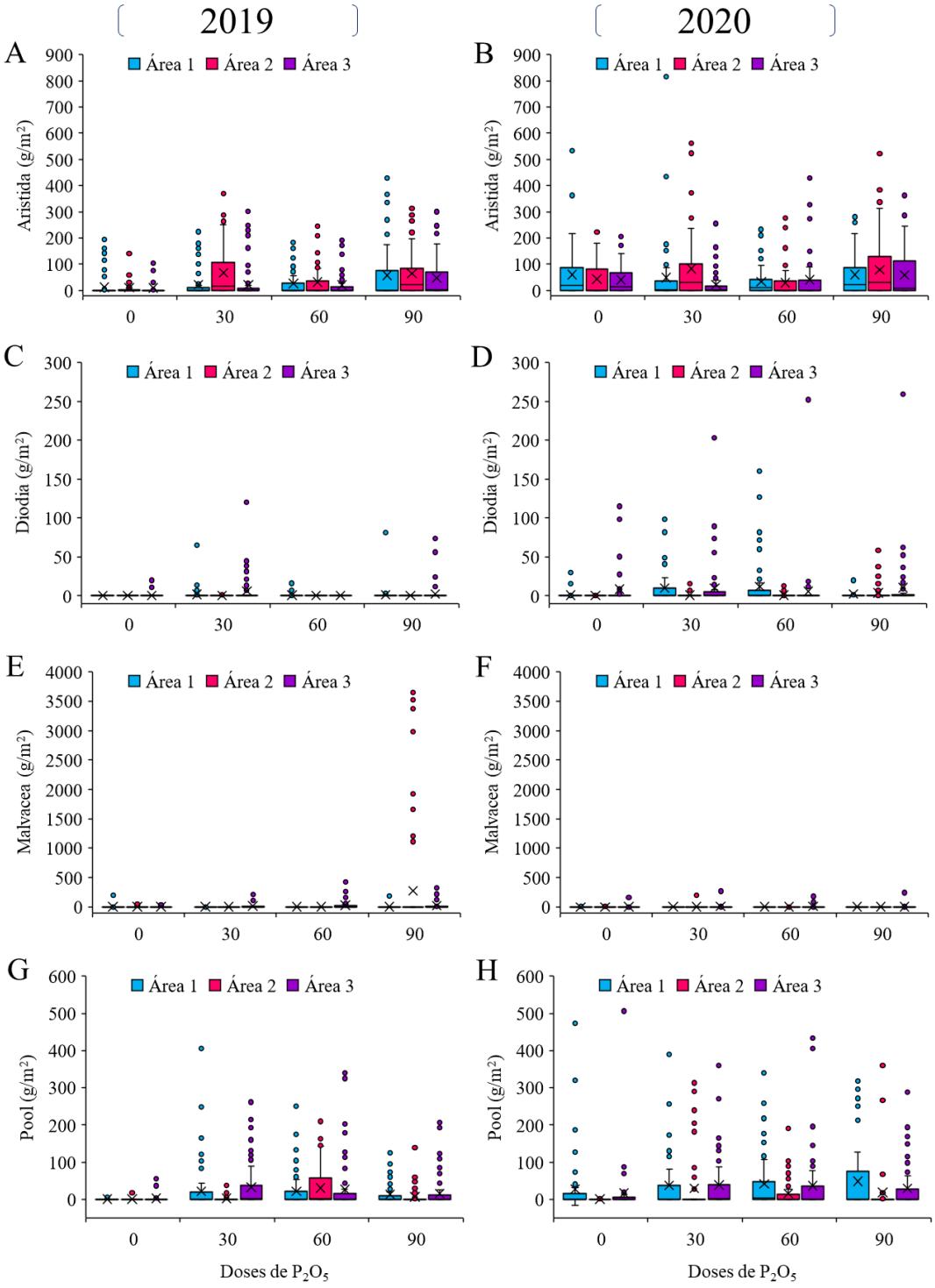



**Figura 9. Gráfico boxplot para Doses de $P_2O_5$ em áreas no cariri paraibano nos anos de 2019 e 2020 para espécies. A e B: *Aristida* (g/m²); C e D: *Diodia* (g/m²); E e F: *Malvaceas* (g/m²); G e H: Pool (g/m²).**

Na análise hierárquica (Figura 10A), através do mapa de calor, foi identificado os agrupamentos para massa seca de forragem nos meses avaliados.

O grupo um (G1) obteve maior produção de massa seca, comparado aos demais grupos, no mês de abril de 2020, provavelmente pela adubação fosfatada e elevada precipitação registrada nos meses de janeiro à março, influenciando uma maior produção de massa de forragem no mês de abril. O G2 é referente ao mês de maio de 2019, esse resultado de alto valor de massa de forragem pode ser explicado pela ausência do corte de padronização nas áreas experimentais, uma vez que o material coletado nesse mês foi influenciado pelo período chuvoso anterior à coleta. No G3 alguns tratamentos obtiveram baixa massa de forragem provavelmente pela baixa precipitação durante o período de setembro de 2019 à janeiro de 2020 (Figura 10A).

Os dois primeiros componentes principais contribuiram com mais de 91% da variação dos dados para diferentes meses e espécies herbáceas no cariri paraibano. Foi registrada correlação positiva entre *Diodia*, *Aristida* e Pool. No gráfico de dispersão pode-se observar que as *Malvaceas* apresentaram maior valor de massa de forragem no mês de maio de 2019, já o Pool a *Aristida* e a *Diodia* apresentaram maior valor de massa de forragem no mês de abril 2020. Os meses de novembro e dezembro do ano de 2019 apresentaram menor valor de produção de massa de forragem, esse resultado foi observado pela ausência de precipitação e elevada temperatura nesses meses (Figura 10B).

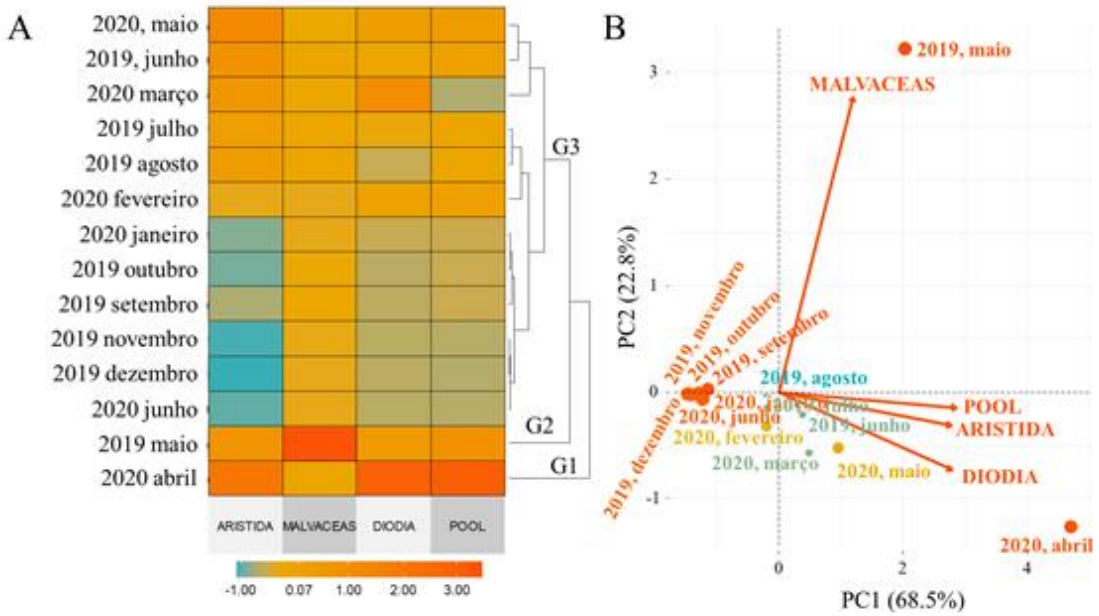



**Figura 10. Análise hierárquica para de produção de massa em diferentes meses para espécies em áreas do Cariri paraibano, correlação em círculo e gráfico de dispersão dos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2). A: análise hierárquica de agrupamentos através do Mapa de calor (Heatmap), a escala varia do azul ao laranja, correspondendo de baixo a alto valor de massa seca de forragem; B: Correlação em círculo e gráfico de dispersão para meses e espécies.**

## 5. CONCLUSÃO

A adubação fosfatada em áreas de Caatinga do Cariri Paraibano promoveu aumento da massa de forragem do estrato herbáceo. Foi observado maior disponibilidade de forragem nas áreas com dose de 90 kg de $P_2O_5$, comparando entre os meses o mês de abril de 2020 teve maior produção de massa de forragem.

Neste sentido, a adubação fosfatada juntamente com maior precipitação pluvial favorece a recuperação da Caatinga e evita formação de novas áreas de pastagem.

## 6. REFERÊNCIAS


Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA). Meteorologia-Chuvas-Grafico. Disponível em: < Meteorologia – Chuvas – Gráfico – AESA > Acesso em: mar. 2021

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; SANTOS DO NASCIMENTO, S. Degradação da Caatinga: Uma Investigação Ecogeográfica. **Revista Caatinga** [en linea]. 2009, 22(3), 126-135[fecha de Consulta 24 de Marzo de 2021]. ISSN: 0100-316X. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117837020

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. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, Joao Pessoa, v4,n.4 p.01-14,dez. 2010. Disponível em: < https://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-04-2010/volume-4-numero-4-dezembro-2010/tca01_producao.pdf >

ANDRADE, A.P.; SOUSA, 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**, João Pessoa, PB, v. 35, n. Suplemento, p. 138-155, 2006.

ARAUJO FILHO, JOÃO AMBRÓSIO DE et al . Efeitos da Manipulação da Vegetação Lenhosa sobre a Produção e Compartimentalização da Fitomassa Pastável de uma Caatinga Sucessional. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 31, n. 1, p. 11-19, Feb. 2002 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982002000100002&lng=en&nrm=iso>. access on 17 Apr. 2021. https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000100002.

ARAUJO, K. D. **Variabilidade temporal das condições climáticas sobre as perdas de CO2 na encosta do açude Namorados, em São João do Cariri-PB.** 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

ARAÚJO, S.M.S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. Rios Eletrônica - **Revista Científica da FASETE.** v. 5, n. 5, p. 88-98, 2011.

Association Of Official Analytical Chemists - AOAC. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, 1990.

AZEVÊDO, TATIANE KELLY BARBOSA DE. **Avaliação de áreas de Caatinga em diferentes estágios sucessionais.** 2010. 59f. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande - Patos - Paraíba - Brasil, 2010.

BESSA, M. A. P.; MEDEIROS, J. F. Levantamento florístico e fitossociológico em fragmentos de Caatinga no município de Taboleiro Grande-RN**. Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 1, n. 2, p. 69-83, 2011

CARVALHO JÚNIOR, A.M.; PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, R.M.; CÉZAR, M.F.; SILVA, A.M.A.; SILVA, A.L.N. Efeito da suplementação nas características de carcaça e dos componentes não-carcaça de caprinos F1 Boer x SRD terminados em pastagem nativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1301-1308, 2009.

COSTA, S. E. V. G. DE A.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V. DE; SILVA, T. O.; SILVA, T. R. Crescimento e nutrição da braquiária em função de fontes de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 1419-1427, 2008.

Coutinho, M.J.F.; Souza Carneiro, M.S. de; Edvan, R.L.; Pinto A.P. A pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. **Veterinária e Zootecnia,** Botocatu**,** v. 20, n. 3, p. 9-17. 2013.

CRUZ, J. L.; SOUZA FILHO, L.F.S.; PELACANI, C.R. Influência da adubação fosfatada sobre o crescimento do camapu (Physalis angulata L.). **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu , v. 17, n. 3, p.

360-366, Sept. 2015 . Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000300360&lng=en&nrm=iso .Acesso> 25 Mar. 2021. http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/13_060.

DE OLIVEIRA , O. F. et al. CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DE CAATINGA RALEADA SOB PASTEJO DE OVINOS, SERRA TALHADA (PE). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 223 – 229, jul. – set., 2015. Disponível em: < 1983-2125-rcaat-28-03-00223.pdf (scielo.br) > Acesso: mar. 2021

FABRICE, C.E.S.; SOARES FILHO, C.V.; PINTO, M.F.; PERRI, S.H.V.; CECATO, U.; MATEUS, G.P. Recuperação de pastagens de Brachiaria decumbens degradada com introdução de Stylosanthes e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n.4, p. 758-771, 2015.

FERRAZ, R. C.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A.; PRATA, A. P. N. Levantamento fitossociológico em área de Caatinga no monumento natural grota do angico , Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 89-98, 2013.

FILHO, JOSÉ MORAIS PEREIRA; SILVA, ADERBAL MARCOS DE AZEVEDO; CEZAR, MARCÍLIO FONTES. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Rev. bras. saúde prod. anim.** [online]. 2013, vol.14, n.1 [cited 2021-04-14], pp.77-90. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-99402013000100010&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1519-9940. https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000100010.

GURJÃO, NATÁLIA DE OLIVEIRA. **Avanços da degradação ambiental na região nordeste do brasil.** 2020. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível em: < IBGE | Cidades@ | Paraíba | São João do Cariri | Panorama > Acesso: mar. 2021

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil Compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2019. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf > Acesso em fev. 2021.

LAMBERS, H.; SHANE, M.W.; CRAMER, M.D.; STUART J. PEARSE, S.J.; VENEKLAAS, E.J. Root Structure and Functioning for Efficient Acquisition of Phosphorus: Matching Morphological and Physiological Traits. **Annals of Botany**, Londres, v. 98, p. 693–713, 2006. Disponível em: < (PDF) Root Structure and Functioning for Efficient Acquisition of Phosphorus: Matching Morphological and Physiological Traits (researchgate.net) > Acesso em: mar. 2021

LEMOS, JOSÉ DE JESUS SOUSA. **Pobreza e vulnerabilidades induzidas no Nordeste e no Semiárido brasileiro.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2015 (Tese de concurso público para professor titular). Disponível em: . Acesso em: 24 de fevereiro de 2020

LIMA, BRAULIO GOMES DE; COELHO, MARIA DE FÁTIMA BARBOSA. FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DE UM FRAGMENTO FLORESTAL DA CAATINGA, CEARÁ, BRASIL. **O Ciênc. Florest.**, Santa Maria , v. 28, n. 2, p. 809-819, junho de 2018 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982018000200809&lng=en&nrm=iso>. acesso em 16 de abril de 2021. https://doi.org/10.5902/1980509832095.

LIMA, R.P.; FERNANDES, M.M.; FERNANDES, M.R.M.; MATRICARDI, E.A.T. Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no Sul do Piauí. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 42-49, 2015

LOPES, JOSÉ FREDSON BEZERRA et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 72-79, july 2010. ISSN

1982-8470. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/252>. Acesso em: 17 apr. 2021. doi:http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v3i2.252.

MARINHO, F.P.; MAZZOCHINI, G.G.; MANHÃEES, A. P.; WOLFGANG W. WEISSER, W.W.; G, GANADE, G. Effects of past and present land use on vegetation cover and regeneration in a tropical dryland forest. **Journal of Arid Environments**, Londres v. 132, p. 26-33, 2016.

MOREIRA, JOSÉ NILTON et al . Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília , v. 41, n. 11, p. 1643-1651, Nov. 2006 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006001100011&lng=en&nrm=iso>. access on 14 Apr. 2021. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006001100011.

MOURA, JANETE GOMES DE. **Caatinga manejada com diferentes ofertas de forragem e adubação fosfatada em diferentes épocas do ano, em Serra Talhada-PE**. 2017. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia: Área de concentração em Forragicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

MUELLER-DOMBOIS D, ELLENBERG H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons; 1974.

OLIVEIRA NETO, PEDRO MOUZINHO DE et al. Dinâmica da vegetação herbácia em Caatinga manipulada com exclusão do pastagem sob fertilização fosfada. **Rev. Caatinga** , Mossoró, v. 31, n. 4, pág. 1027-1039, dezembro de 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252018000401027&lng=en&nrm=iso>. acesso em 02 de março de 2021. https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n426rc .

OLIVEIRA, O. F. et al. Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada (PE). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 223-229, 2015a.

PARENTE, H.N.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S. et al. 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.

PARENTE, H. N. et al. Evolução do estrato herbáceo em área de caatinga sob pastejo. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 39-44, dez. 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.21206/rbas.v3i2.216

PATÊS, N. M.S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F. et al. Características morfogênicas e estruturais do Capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio**. Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1736-1741, 2007.

PEREIRA FILHO, JOSÉ MORAIS; SILVA, ADERBAL MARCOS DE AZEVEDO; CÉZAR, MARCÍLIO FONTES. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.14, n.1, p.77-90 jan./mar., 2013 http://www.rbspa.ufba.br ISSN 1519 9940

PEREIRA JÚNIOR, LÉCIO RESENDE; ANDRADE, ALBERÍCIO PEREIRA DE; ARAÚJO, KALLIANNA DANTAS. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM FRAGMENTO DE CAATINGA EM MONTEIRO, PARAÍBA. **HOLOS**, [S.l.], v. 6, p. 73-87, jan. 2013. ISSN 1807-1600. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1188>. Acesso em: 15 abr. 2021. doi:https://doi.org/10.15628/holos.2012.1188.

PINHEIRO ROGÉRIO, M. C. et al. **Potencial forrageiro da vegetação nativa da Caatinga para o pastejo de ovinos / Marcos Cláudio Pinheiro Rogério... [et al.].** – Sobral : Embrapa Caprinos e Ovinos, 2020. PDF (46 p.). : 16 cm x 22 cm. il. color. -- (Documentos / Embrapa Caprinos e Ovinos, ISSN 1676-7659; 139). Disponível em: < SÉRIE DOCUMENTOS 139 Marcos Claudio.indd (embrapa.br) > Acesso: mar. 2021

PRADO, D. E. As Caatingas da America do Sul. In I. R. Leal, M. Tabarelli, & J. M. C. Silva (Eds.), **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Universitária da UFPE, 2003.

SÁ, IEDO BEZERRA; ANGELOTTI, FRANCISLENE. Degradação ambiental e desertificação no Semi-Árido brasileiro. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE),** 2009.

SALGADO, E. V.; COSTA, R. N. T.; CARNEIRO, M. S. S.; SAUNDRES, L. C. V.; ARAÚJO, H. F. Análise técnico-econômica de cunhão em função dos fatores de produção água e adubação fosfatada. **Revista Ciência Agronômica**. v.41, p. 53-58, 2010. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rca/v41n1/1806-6690-rca-41-01-0053.pdf. Acesso em: fev. 2021

SAMPAIO, E.V.S.B. **Características e potencialidades.** In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A. et al (Ed.) Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, p.145-159, 2010**.**

SANQUETTA, M. N. I.; CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R.; RODRIGUES, A. L.; MONGON, Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na região de brumado – BA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 17, p. 2157- 2167, 2014.

SANTANA, DANIEL FERNANDO YDOYAGA et al . Caracterização da Caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 40, n. 1, p. 69-78, Jan. 2011 . Disoibível em : <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982011000100010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 de abr. 2021. https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000100010.

SANTOS, GEOVÂNIA RICARDO DOS et al. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA EM AMBIENTE DE CAATINGA, NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA CURRAL DO MEIO, ALAGOAS. **Geo UERJ**, [S.l.], n. 37, p. e31804, dez. 2020. ISSN 1981-9021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/31804/36597>. Acesso em: 16 abr. 2021. doi:https://doi.org/10.12957/geouerj.2020.31804

SANTOS, L. G. et al. Análise De Crescimento Do Girassol Em Função Do Suprimento De Fósforo E Boro. **Biosci. J**., Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 370-381, Mar./Apr. 2015. Disponível em: < http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22316/16112 > Acesso em: mar. 2021

SANTOS, SUELY DE LIMA. **Banco de sementes de uma área de Caatinga submetida à adubação fosfatada.** 2017. 62f. (Dissertação de Mestrado em Ciência Animal), Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande - Patos - Paraíba - Brasil, 2017. Disponível em: < http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/8947 > Acesso: mar. 2021

SARAIVA, K. R. et al. Produção de mudas de mamoeiro sob doses de adubação fosfatada utilizando como fonte superfosfato simples. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 5, n. 4, p. 376-383, 2011

SILVA, D.S. et al. Composição bromatológica das espécies herbáceas da Caatinga do Nordeste do Brasil. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 40, n. 4, p. 756-764, Abr. 2011 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982011000400008&lng=en&nrm=iso>. acesso em 11 de abril de 2021. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000400008.

SILVA, L. DA, MARCHIORI, P. E. R., MACIEL, C. P., MACHADO, E. C., & RIBEIRO, R. V. (2010). Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 45(9), 965–972. doi:10.1590/s0100-204x2010000900005

SILVA, L.S.; COSTA, T. R.; SALOMÃO, N.V.; ALVES, A. R.; SANTOS, T. R.; MACHADO, E. L. M. Mudanças temporais na estrutura vegetacional de um fragmento de Caatinga, sul do Piauí. **Scientia Plena**, v.16, n.2, p.020203, 2020.

SOARES, W. V.; LOBATO, E.; SOUSA, D. M. G.; VILELA, L. Adubação fosfatada para manutenção de pastagem Brachiaria decumbens no Cerrado. **Comunicado Técnico Embrapa**

**Cerrados, Planatina** n. 53. Brasília, DF, p.1-5 2001.Disponível em: file:///D:/Downloads/Adubacao-Fosfatada-para-Manutencao-de-Pastagem-de-Brachiariadecumbens-no-Cerrado.pdf. Acesso em: mar. 2021

SOUSA, ALESSANDRO TARGINO IBIAPINA DE. **Crescimento inicial de três espécies da Caatinga sob diferentes doses de fósforo.** 2016. 41 f. Monografia (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: < http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/36680 > Acesso: fev. 2021

SOUSA, F.P., FERREIRA, T.O., MENDONÇA, E.S., ROMERO, R.E., OLIVEIRA, J.G.B. Carbon and nitrogen in degraded Brazilian semi-arid soils undergoing desertification. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, Estados Unidos, v. 148, p. 11–21, 2012.

SOUZA, C.; BARRETO, H.F.; GURGEL, V. et al. Disponibilidade e valor nutritivo da vegetação de Caatinga no Semiárido Norte Riograndense do Brasil. **Revista Holos**, v.3, n.29, p.196-204, 2013.

SOUZA, L.; AZEVEDO, D.; CARVALHO, A. J.; SIMÕES, W.; VOLTOLINI, T. QUALIDADE NUTRICIONAL DE PLANTAS FORRAGEIRAS DE OCORRÊNCIA NATURAL NA CAATINGA. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, *[S. l.]*, v. 9, n. 16, 2013. Disponível em: https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3332. Acesso em: 17 abr. 2021.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E.U.; BARREIRO, A.P. et al. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.9-15, 2006. Disponível em: < a02v28n1.pdf (scielo.br) > Acesso: mar. 2021