

RENANN AFONSO DE OLIVEIRA

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS DA CAATINGA  
SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA E PASTEJO

RECIFE – PE  
JULHO DE 2015



RENANN AFONSO DE OLIVEIRA

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS DA CAATINGA  
SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA E PASTEJO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Área de Concentração: Forragicultura)

**Orientador:**

Prof.º Márcio Vieira da Cunha

**Coorientadores:**

Prof.º Sérgio Luiz Ferreira da Silva

Prof.º Alexandre Carneiro Leão de Mello

RECIFE – PE  
JULHO DE 2015

### Ficha Catalográfica

O48a Oliveira, Renann Afonso de  
Aspectos morfofisiológicos de espécies forrageiras da caatinga  
sob adubação fosfatada e pastejo / Renann Afonso de Oliveira. –  
Recife, 2015.  
92f. : il.

Orientador : Márcio Vieira da Cunha.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2015.  
Inclui referências e apêndice(s).

1. Dimensões de folha 2. Feijão-bravo 3. Mororó I. Cunha,  
Márcio Vieira da, orientador II. Título

CDD 636

RENANN AFONSO DE OLIVEIRA

ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS DA CAATINGA  
SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA E PASTEJO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Área de Concentração: Forragicultura).

APROVADA: 24 de julho de 2015

Orientador:

---

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha  
(Departamento de Zootecnia/UFRPE)

Banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mércia Virgínia Ferreira dos Santos  
(Departamento de Zootecnia/UFRPE)

---

Prof. Dr. Mario de Andrade Lira Junior  
(Departamento de Agronomia/UFRPE)

RECIFE – PE  
JULHO DE 2015

*Aos meus pais, Sileide Maria de Oliveira Silva e Diógenes Afonso de Oliveira, sem os quais eu não poderia ter trilhado este caminho, perseverando com força e dedicação nascidas do amor deles. Aos meus irmãos, Victor Hugo Afonso de Oliveira e Jefferson Diego de Oliveira Silva, pela participação constante em minha vida de forma intensiva, contribuindo para que eu seguisse em frente. À minha esposa, Yasmim Zany de Oliveira, que me apoiou em todos os momentos e me disse sempre aquilo de que precisei: coragem! Amo e sou grato a todos vocês.*

DEDICO

Aos meus avós, José Afonso de Oliveira, Maria José de Oliveira, Doralice Maria da Silva, Zilda Maria de Oliveira; a minhas tias e meus tios; às minhas primas e aos meus primos

OFEREÇO

“O mundo está cheio de coisas óbvias que ninguém jamais observa.”

*Sherlock Holmes*  
*Sir Arthur Conan Doyle*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que criou todas as coisas que nos maravilham. Ele que é minha luz no caminho da existência segura. “Se vós estiverdes em mim, e as minhas palavras estiverem em vós, pedireis tudo o que quiserdes, e vos será feito.” (João 15:7).

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela possibilidade de realização do curso de Mestrado.

Ao meu orientador, Prof.º Márcio Vieira da Cunha, pela amizade, crédito, conselhos, apoio e dedicação na orientação desta fase da minha carreira de formação profissional. Pelos procedimentos éticos na maneira de ensinar.

Ao Prof.º Sérgio Luiz Ferreira da Silva, que aceitou a coorientação e contribuiu imensamente para a realização dos experimentos.

Ao Prof.º Evaristo Jorge Oliveira de Souza, que contribuiu de maneira marcante para que o experimento pudesse ser conduzido nas devidas condições.

Ao Prof.º Rômulo Simões Cezar Menezes, que vem apoiando desde a graduação, quando me orientou no estágio. Pelo incentivo em realizar o Mestrado, sempre depositando sua confiança, além dos inúmeros ensinamentos que me serviram na execução do experimento.

À Prof.ª Mércia Virgínia Ferreira dos Santos, que fortaleceu a ideia de realização do curso de Mestrado, bem como seu auxílio durante a caminhada do curso, mostrando sempre que as possibilidades não são limitadas.

Ao Dr. Felipe Martins Saraiva, pelas contribuições pertinentes quando participou da banca examinadora da disciplina Seminário I.

Ao Prof.º Mário de Andrade Lira, que proporcionou melhorias significativas na execução dos experimentos por meio de suas arguições na banca examinadora da disciplina Seminário II.

Aos colegas de Pós-Graduação, Isabela Gomes, Amanda Galindo, Gabriela Pinheiros, Janete Moura, Gilka Talita, Williane Patrícia, André Ferraz, Thiago Calado e Eduardo Bruno, pelo companheirismo durante o curso de Mestrado.

Aos alunos de graduação Rita, Mirna e Bruno, por ajudarem nas análises de laboratório.

À banca examinadora desta Dissertação, pelas correções e sugestões que contribuíram para complementar este trabalho.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro para execução do projeto de pesquisa.

À CAPES, pela concessão de bolsa de pós-graduação.

A todos(as) aqueles(as) que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão de mais uma etapa na minha.

Meus singelos e sinceros agradecimentos.

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem ou que os seus planos nunca vão dar certo ou que você nunca vai ser alguém...” (Mais Uma Vez - Legião Urbana/Renato Russo).



## RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Renann Afonso de. **Aspectos Morfofisiológicos de Espécies Forrageiras da Caatinga Sob Adubação Fosfatada e Pastejo**. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2015. Orientador: Márcio Vieira da Cunha (D. Sc.). Coorientadores: Prof. Sérgio Luiz Ferreira da Silva (D. Sc.) e Prof. Alexandre Carneiro Leão de Mello (D. Sc.).

A produção animal no semiárido do Brasil é importante para geração de renda e sobrevivência do homem do campo. No entanto, na maioria dos casos, é desenvolvida de forma extensiva. Objetivou-se estudar os efeitos da adubação fosfatada e da oferta de forragem sobre aspectos morfofisiológicos de plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] e Feijão-bravo [*Cynophallus flexuosa* (L.) J. Presl] em Caatinga manipulada. A pesquisa foi realizada na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, numa área de Caatinga enriquecida com Mororó, capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy) e capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Foram realizados dois experimentos ao longo de um ano, de 2014 a 2015. No primeiro experimento foi avaliado o efeito da adubação fosfatada (0, 50 e 100 kg de  $P_2O_5$ /ha/ano) sobre características morfológicas (área foliar específica, área, comprimento, largura e perímetro de folha, altura da planta, diâmetros de copa, diâmetros de caule, características estruturais e fenológicas) e fisiológicas (trocas gasosas, índice SPAD, teor relativo de água, dano de membrana). Os tratamentos foram casualizados em três blocos experimentais, com quatro repetições em cada bloco. Plantas de Feijão-bravo se caracterizaram por maior número de folhas (12 folhas/ramo) e maior peso seco de folhas (514,0 mg) ao longo das avaliações quando não adubadas com fósforo. O Feijão-bravo não apresentou saturação luminosa até o nível de 1600  $\mu\text{mol}$  de fótons/ $\text{m}^2/\text{s}$ . Foram obtidos maiores valores de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  quanto maior foi o nível de adubo aplicado (7,6  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ). As condições mais adequadas de folhas de Mororó em relação ao maior teor relativo de água (64%) e menor dano de membrana (30%) foram obtidas no período chuvoso. Para o Mororó, a maior área foliar específica (275,7  $\text{cm}^2/\text{g}$ ) foi obtida no mês de abril com o tratamento de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha/ano. As folhas de Mororó apresentaram saturação luminosa no nível de radiação fotossinteticamente ativa por volta de 500  $\mu\text{mol}$  de fótons/ $\text{m}^2/\text{s}$ . Foram obtidos maiores valores de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  (2,12  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) quanto menor foi o nível de adubo aplicado. No segundo experimento foi estudado o efeito de quatro ofertas de forragem

(2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 kg de MS/kg de PV) sobre as mesmas características descritas acima. O método de pastejo utilizado foi lotação contínua, com taxa de lotação variável e com duração da estação de pastejo de dois meses. Os tratamentos foram casualizados em blocos experimentais, com três repetições. Folhas de Feijão-bravo mais largas (5,40 cm), de maior tamanho (7,38 cm) e com maior peso seco (584,0 mg) foram observadas nas ofertas de forragem entre 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV. Folhas de Mororó mais largas (7,62 cm), de maior tamanho (7,09 cm) e maior área (44,77 cm<sup>2</sup>) foram observadas após a estação de pastejo. O número de folhas por ramo secundário em plantas de Mororó diminuiu após o período de pastejo, ocorrendo a perda total de folhas no mês de outubro de 2014. A quantidade de ramos principais em plantas de Mororó foi menor (3,0) nas ofertas entre 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV nos meses que procederam a estação de pastejo (agosto e outubro de 2014). A aplicação de adubo fosfatado contribuiu para que as plantas de Feijão-bravo tivesse maior quantidade de folhas em menor espaço de tempo. Para o Mororó o menor nível adicionado de fósforo resultou em maior investimento da planta em produção de folhas mais espessas. As ofertas de forragem não influenciaram as características fisiológicas estudadas tanto no Feijão-bravo quanto no Mororó.

**Palavras-chave:** área foliar específica, dimensões da folha, feijão-bravo, mororó, trocas gasosas, teor relativo de água

## GENERAL ABSTRACT

OLIVEIRA, Renann Afonso de. **Aspectos Morfofisiológicos de Espécies Forrageiras da Caatinga Sob Adubação Fosfatada e Pastejo**. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2015. Adviser: Márcio Vieira da Cunha (D. Sc.). Co-adviser: Prof.º Sérgio Luiz Ferreira da Silva(D. Sc.) e Prof.º Alexandre Carneiro Leão de Mello (D. Sc.).

Livestock production in the semiarid region of Brazil is important for income generation and survival of the peasant. However, in most cases, it is developed extensively. The objective was to study the effects of phosphate fertilizers and fodder supply on morphophysiological aspects of plant Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] And Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] manipulated in Caatinga. The survey was conducted at the Academic Unit of Serra Talhada, Federal Rural University of Pernambuco, a Caatinga area enriched with Mororó, capim-corrente [*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy] and Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). Two experiments were conducted over a year, from 2014 to 2015. In the first experiment, the effects of P fertilization (0, 50 and 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/year) on morphological characteristics (specific leaf area, area, length, sheet width and perimeter, plant height, crown diameter, stem diameter, structural features and phenological) and physiological (gas exchange, SPAD index, relative water content, membrane damage). The treatments were randomized into three experimental blocks with four replications in each block. Feijão-bravo plants were characterized by higher number of leaves (12.0) and higher dry weight of leaves (514.0 mg) along the evaluations when not fertilized with phosphorus. The Feijão-bravo showed no light saturation to the level of 1600 micromol photons/m<sup>2</sup>/s. We obtained higher net CO<sub>2</sub> assimilation values greater was applied to the fertilizer level (7.6 micromol CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s). The most suitable conditions Mororó sheets relative to higher relative water content (64%) and less damage of membrane (30%) were obtained in the rainy season. For Mororó, the higher specific leaf area (275.7 cm<sup>2</sup>/g) was obtained in April with the treatment of 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/year. The sheets had Mororó light saturation level of photosynthetically active radiation around 500 micromol photons/m<sup>2</sup>/s. They were obtained higher net assimilation rates of CO<sub>2</sub> (2.12 micromol CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s) and the lower the level of fertilizer applied. In the second experiment we studied the effect of four forage allowance (2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 kg DM/kg BW) on the same characteristics described above. The grazing method was continuous stocking with variable stocking rate and duration

of the two-month grazing season. The treatments were randomized experimental block design with three replications. Wider Feijão-bravo sheets (5.40 cm), of larger size (7.38 cm) and greater dry weight (584.0 mg) were observed in forage allowance between 2.5 and 3.0 kg DM/kg BW. Wider Mororó sheets (7.62 cm), of larger size (7.09 cm) and larger area (44.77 cm<sup>2</sup>) were observed after the grazing season. The number of leaves per secondary branch in Mororó plants decreases after the grazing period, occurring the total loss of leaves in October 2014. The number of main branches in plant Mororó was lower (3.0) on offer between 2.5 and 3.0 kg DM/kg BW in the months that have carried out grazing season (August and October 2014). The application of phosphate fertilizer contributed to the Feijão-bravo plants had larger amount of leaves in a shorter time. For Mororó the lowest phosphorus added level resulted in higher investment in the plant in producing thicker sheets. The forage allowance did not affect the physiological traits both in Feijão-bravo as the Mororó.

**Keywords:** feijão-bravo, gas exchange, leaf dimensions, mororó, relative water content, specific leaf area

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

	Pág.
<b>Figura 1</b> - Imagem aérea da área experimental na UAST/UFRPE.....	39
<b>Figura 2</b> - Croqui da área experimental na UAST/UFRPE.....	41
<b>Figura 3</b> - Precipitação pluviométrica acumulada média mensal e histórica no decorrer do período experimental.....	42
<b>Figura 4</b> - Temperatura mensal média durante o período experimental.....	42
<b>Figura 5</b> - Fotossíntese líquida em folhas de Feijão-bravo [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] em função de diferentes intensidades de Radiação Fotossinteticamente Ativa em três níveis de adubação fosfatada, em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE.....	52

### CAPÍTULO III

	Pág.
<b>Figura 1</b> - Imagem aérea da área experimental na UAST/UFRPE.....	70
<b>Figura 2</b> - Croqui da área experimental na UAST/UFRPE.....	72
<b>Figura 3</b> - Precipitação pluviométrica acumulada média mensal e histórica no decorrer do período experimental.....	73
<b>Figura 4</b> - Temperatura mensal média durante o período experimental.....	73
<b>Figura 5</b> - Fotossíntese líquida em folhas de Mororó [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.] em função de intensidades de Radiação Fotossinteticamente Ativa crescentes em três níveis de adubação fosfatada, área de Caatinga manipulada Serra Talhada - PE.....	82

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

	Pág.
<b>Tabela 1</b> - Atributos químicos e físicos de amostras de solo da área experimental, conforme a profundidade.....	40
<b>Tabela 2</b> - Peso seco de folhas (mg) em plantas de Feijão-bravo [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] submetidas a três níveis de adubação fosfatada durante sete meses de avaliação em área de Caatinga manipulada, Serra Talhada – PE.....	47
<b>Tabela 3</b> - Número de folhas por ramo secundário em plantas de Feijão-bravo [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] submetidas a três níveis de adubação fosfatada durante oito meses de avaliação em área de Caatinga manipulada, Serra Talhada – PE.....	48

<b>Tabela 4 -</b>	Índice SPAD em folhas de Feijão-bravo [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] submetidas a três níveis de adubação fosfatada em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE.....	49
<b>Tabela 5 -</b>	Área, comprimento, largura e perímetro foliar, número de ramos principais, teor relativo de água e dano de membrana em folhas de Feijão-bravo [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] ao longo de oito meses de avaliação em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE.....	50
<b>Tabela 6 -</b>	Largura de folhas (cm) de Feijão-bravo [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] ao longo de oito avaliações em Caatinga manejada com diferentes ofertas de forragem, Serra Talhada - PE.....	53
<b>Tabela 7 -</b>	Área de folha (cm <sup>2</sup> ) em plantas de Feijão-bravo [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] submetidas a diferentes ofertas de forragem ao longo de oito avaliações em Caatinga, Serra Talhada – PE.....	54
<b>Tabela 8 -</b>	Peso seco de folha (mg) em plantas de Feijão-bravo [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] submetidas a diferentes níveis de oferta de forragem durante sete avaliações em Caatinga, Serra Talhada - PE.....	55
<b>Tabela 9 -</b>	Comprimento e perímetro de folhas, área foliar específica, diâmetros do caule na altura da base e na altura do peito e número de ramos principais em plantas de Feijão-bravo.....	56

### CAPÍTULO III

<b>Tabela 1 -</b>	Atributos químicos e físicos de amostras de solo da área experimental, conforme a profundidade.....	71
<b>Tabela 2 -</b>	Área foliar específica (cm <sup>2</sup> /g) em folhas de plantas de Mororó [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.] submetidas a três níveis de adubação fosfatada durante seis avaliações em área de Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE...	78
<b>Tabela 3 -</b>	Área, comprimento, largura e perímetro foliar, peso seco de folhas em Mororó [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.] ao longo de seis meses de avaliação em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE.....	79
<b>Tabela 4 -</b>	Diâmetros do caule na altura da base e do peito, número de ramo principal e número de folhas por ramo secundário em plantas de Mororó [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.] durante oito meses avaliados em área de Caatinga manipulada, Serra Talhada – PE.....	80
<b>Tabela 5 -</b>	Número de ramos principais em plantas de Mororó [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.] ao longo de oito avaliações em área de Caatinga manejada com diferentes ofertas de forragem, Serra Talhada - PE.....	82
<b>Tabela 6 -</b>	Dimensões e peso seco de folhas de plantas de Mororó [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.] durante seis avaliações sob pastejo em Caatinga manipulada, Serra Talhada – PE.....	84
<b>Tabela 7 -</b>	Diâmetro do caule na altura da base e na altura do peito em plantas de Mororó [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.] durante oito meses de avaliação na Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE.....	85

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	17
CAPÍTULO 1 .....	19
REFERENCIAL TEÓRICO .....	19
1. CARACTERIZAÇÃO DA CAATINGA .....	20
2. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DO FEIJÃO BRAVO [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] E MORORÓ [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.].....	23
3. EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA SOBRE A MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS .....	24
4. EFEITO DO PASTEJO SOBRE A MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS 26	
5. REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 2 .....	34
CARACTERES MORFOFISIOLÓGICOS EM PLANTAS DE FEIJÃO-BRAVO [ <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl] SUBMETIDAS A NÍVEIS DISTINTOS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA E OFERTAS DE FORRAGEM NA CAATINGA.....	34
RESUMO .....	35
ABSTRACT.....	36
1. INTRODUÇÃO .....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.1 Descrição da área experimental.....	39
2.2 Tratamentos experimentais .....	43
2.3 Características morfológicas estudadas.....	44
2.4 Características fisiológicas avaliadas .....	44
2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas .....	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
3.1 Efeitos da adubação fosfatada .....	47
3.2 Efeitos da oferta de forragem .....	53
4. CONCLUSÕES.....	59
5. REFERÊNCIAS .....	59
CAPÍTULO 3 .....	63
ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS EM PLANTAS DE MORORÓ [ <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud] SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA E OFERTAS DE FORRAGEM NA CAATINGA .....	63

RESUMO .....	64
ABSTRACT .....	66
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>70</b>
2.1 Descrição da área experimental.....	70
2.2 Tratamentos experimentais .....	74
2.3 Características morfológicas estudadas.....	75
2.4 Características fisiológicas avaliadas .....	75
2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas .....	77
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>78</b>
3.1 Efeitos da adubação fosfatada .....	78
3.2 Efeitos da oferta de forragem .....	82
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>86</b>
5. REFERÊNCIAS .....	86
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>91</b>



## INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Caatinga é caracterizado pela sua biodiversidade, sendo o único bioma exclusivo do Brasil. A ação antrópica nesta vegetação com fins de econômicos variam conforme a disponibilidade dos recursos naturais presentes. Entre as atividades mais praticadas na Caatinga relata-se a pecuária, que tem na vegetação da Caatinga, uma das principais fontes de alimentação para os animais. Estudos sugerem que a exploração daquele bioma tem sido feito de forma extensiva e levado a processos de degradação e desertificação, sobretudo pela ação do superpastejo.

Desta forma, contribuir com estudos que viabilizem a utilização da Caatinga como sustento para a produção animal sem que haja comprometimento deste bioma, afigura-se como um caminho a ser seguido na busca pela sustentabilidade. Nesse sentido, muitas espécies da Caatinga com potencial forrageiro são importantes fontes de alimento para os rebanhos. Assim, manejá-las de maneira eficiente é assegurar que haja alimento que possa suprir a necessidade nutricional dos rebanhos.

As forrageiras arbustiva-arbóreas que fazem parte da constituição florística desse bioma desempenham importante papel na manutenção dos rebanhos de animais domésticos por ocasião das secas prolongadas. Dentre as referidas forrageiras, destacam-se o Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] e o Mororó (*Bauhinia cheilantha* Steud Bong). Uma das possíveis soluções para minimizar os efeitos negativos da pecuária ao meio provocados pelos processos de exploração dos recursos naturais da Caatinga é o manejo correto da área sob pastejo.

Para que seja possível compreender os efeitos decorrentes da ação do pastejo e da capacidade de utilização de nutrientes adicionados por meio da adubação, é importante estudar as características morfofisiológicas da planta. As modificações nas plantas em resposta ao ambiente são melhores refletidas nas folhas. Por outro lado, a avaliação da capacidade fotossintética pode revelar a forma como as plantas estão se mantendo numa determinada situação.

A adição de fósforo, através do uso de fertilizantes, torna-se imprescindível nos sistemas de produção a pasto para manter a produtividade em longo prazo em solos com baixa disponibilidade natural de fósforo. O fósforo é encontrado como elemento estrutural em ácidos nucleicos e desempenha um papel fundamental na transferência de energia como componente de adenosina tri-fosfato (ATP).

Normalmente, a taxa de lotação animal é usada para definir o número de animais na pastagem. Uma estratégia mais apropriada para ajustar a lotação animal em pastagens é a oferta de forragem. A razão para isso é que a taxa de lotação não apresenta relação alguma com a disponibilidade de forragem.

Para manejar eficientemente a pastagem, com vistas a maximizar a produção e utilização da forragem e manter sua estabilidade ao longo do tempo, é essencial estudar a maneira pela qual estas plantas interagem com o ambiente por meio da intensificação do manejo da pastagem. O manejo pode afetar vários processos ecológicos no ecossistema da pastagem nativa e determinar o modo como as plantas interagem com o ambiente e, conseqüentemente, sua persistência e produtividade ao longo dos anos.

Com isso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar respostas morfofisiológicas em Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] e Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] submetidas a adubação fosfatada e diferentes ofertas de forragem, em Caatinga manipulada.

## **CAPÍTULO 1**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

## 1. CARACTERIZAÇÃO DA CAATINGA

Uma das principais características da região Nordeste, que ocupa 1.554.257 km<sup>2</sup> de área, é a heterogeneidade nos aspectos edafoclimáticos, apresentando ampla variedade de fisionomias de vegetação (IBGE, 2010). Em boa parte dessa região do Brasil, encontra-se a região Semiárida cuja formação se estende por uma área de 969.589,4 km<sup>2</sup> ou 11% do território nacional e se caracteriza por elevadas médias anuais de temperatura (27°C) e evaporação (2.000 mm). As precipitações pluviométricas são inferiores a 800 mm ao ano e concentram-se durante três a cinco meses, sendo irregularmente distribuídas no tempo e no espaço (Lima et al., 2011). Ainda de acordo com esses autores, o balanço hídrico negativo nessa região – que ocupa parte dos Estados da Região Nordeste, além da porção Norte de Minas Gerais, com exceção de todo o Estado do Maranhão (IBGE, 2010) – ocorre em grande parte do ano, pois o solo geralmente é raso com localizados afloramentos de rocha e chão pedregoso.

O clima dessa região destaca-se como fator responsável pela variação dos outros elementos que compõem as paisagens. Ao clima estão adaptados a vegetação e os processos de formação do relevo, com predomínio de um processo sobre outro e de acordo com a época do ano (período seco ou chuvoso); os solos são, em geral, pouco desenvolvidos em função das condições de escassez das chuvas, tornando os processos químicos mitigados (Araújo, 2011). Os aspectos de relevo definem alguns locais com maiores altitudes e, conseqüentemente, microclimas específicos. Acrescente-se a isso o fato de que a proximidade com o oceano, em alguns locais, resulta na influência das frentes frias e maiores índices pluviométricos (Moura et al., 2007).

O bioma Caatinga está localizado na maior parte do semiárido nordestino e constitui uma extensa área de terras no interior da região Nordeste, marcada pelo clima tropical Semiárido (Brasileiro, 2009). É definido como BSh, de acordo com a classificação de Köppen (Araújo, 2011), abrange aproximadamente 844.453 Km<sup>2</sup> e ocupa cerca de 10% do território brasileiro, salientando ainda ser ele o único bioma exclusivamente brasileiro (MMA, 2013). É formado por uma vegetação do tipo de mata seca e caducifólia (Queiroz, 2011). Segundo Alvarez et al. (2012), a Caatinga é um tipo de formação vegetal com características bem definidas: árvores baixas e arbustos que, em geral, perdem as folhas na estação das secas, além de muitas cactáceas, que têm estruturas adaptadas para armazenamento de água. Sua paisagem é formada por árvores de troncos tortuosos, recobertos por cortiça e espinhos

(Alvarez et al., 2012). O xerofitismo, característica dessa vegetação, é básico para a morfologia das espécies componentes. A maioria das folhas são pequenas, uma adaptação para reduzir a transpiração (Alves et al., 2009), e desaparecem durante as estiagens. Essa característica constitui em um dos meios mais eficazes de autoproteção das plantas na falta de umidade do solo. Para Alvarez et al. (2012), a composição florística da Caatinga não é uniforme e varia de acordo com o volume das precipitações, da qualidade dos solos, da rede hidrológica e da atividade de seus habitantes.

A expansão de muitas atividades econômicas desenvolvidas numa determinada região, muitas vezes, está condicionada à degradação de algum tipo de recurso natural (Brasileiro, 2009). Algumas das principais atividades são: a extração da madeira para gerar carvão vegetal e compor a matriz energética, a construção de barragens para a geração de eletricidade, a retirada da vegetação natural para plantação de pastagens, a construção de grandes projetos de irrigação para o desenvolvimento do agronegócio (Brasileiro, 2009). No que se refere à pastagem, minimizar este efeito é o objetivo quando se propõe manejo sustentável. Na Caatinga a principal atividade econômica é a pecuária, que é praticada de forma extensiva. Em estudo realizado por Moreira et al. (2007), a vegetação nativa da Caatinga permitiu consumo de matéria seca capaz de atender as necessidades dos animais favorecendo, portanto, o desenvolvimento da pecuária.

A Caatinga vem sendo explorada, por grande parte dos produtores locais, sem haver preocupação com a forma de utilizá-la e mantê-la para gerações futuras. Assim é que o superpastejo dos ruminantes e a agricultura itinerante vêm sendo apontadas como os principais fatores de degradação dos ecossistemas da Caatinga (Pereira Filho et al. 2013). Uma solução possível para minimizar os efeitos negativos da pecuária ao meio – produzidos pelos processos de exploração dos recursos naturais da Caatinga – é o manejo correto da área sob pastejo.

Os pastos são o principal alimento dos rebanhos do semiárido, predominando áreas de pastagem nativa em relação às de pastagens cultivadas em todos os estados, exceto no norte de Minas Gerais (Giulietti et al., 2004). Segundo Moojen & Maraschin (2002) normalmente são usadas no manejo de pastagens, taxas de lotação um tanto empíricas. Um conceito mais apropriado seria a oferta de forragem. A taxa de lotação não apresenta relação alguma com a massa de forragem. No entanto, parece que oferta de forragem é mais condizente com as condições ambientais brasileiras (Moojen & Maraschin, 2002). Estes autores, ao avaliar o potencial produtivo de uma pastagem nativa no Rio Grande do Sul, encontraram uma faixa de

oferta de forragem que correspondeu à melhor estimativa do potencial de produção de produto animal da pastagem. Soares et al. (2005) concluíram que alterações da oferta de forragem ao longo do ano produzem mudanças na vegetação que têm como consequência desempenhos animais diferentes quando comparados a ofertas de forragem fixas. Desta forma, por meio do estudo de diferentes ofertas de forragem é possível determinar um nível de pastejo que produza menos impacto ao ambiente.

Mais de 70% das espécies da Caatinga participam significativamente da dieta dos ruminantes domésticos (Coutinho, 2013). Na estação seca, essas espécies progridem, e com o aumento da disponibilidade de folhas secas de árvores e arbustos, estas plantas se tornam cada vez mais importantes na dieta (Araújo Filho, 1995). Dentre as espécies consumidas pelos ruminantes na Caatinga, vale acentuar a presença do Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] e o Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.]. Sendo ambas as espécies nativas e de porte arbustivo-arbóreo. Espécies arbustivo-arbóreas, especialmente leguminosas, são tidas como uma fonte importante de alimentação para os ruminantes em pastagens e sistemas silvipastoris, porque no estrato herbáceo a Caatinga é formada por gramíneas efêmeras e outras dicotiledôneas (Santos et al., 2010). Segundo Lima et al. (1987), o Mororó revelou-se um suporte forrageiro bastante importante em época da seca na Caatinga, participando em até 75% da dieta animal. Em trabalho realizado por Andrade et al. (2010), o Feijão-bravo permaneceu verde durante todo o ano, produzindo folhas novas, principalmente na época seca. Para Costa et al. (2011), a utilização da planta de Feijão-bravo na dieta de ovinos e caprinos é viável, sobretudo em forma de feno. Almeida Neto et al. (2009), avaliando uma população de Feijão-bravo no semiárido paraibano perceberam que o Feijão-bravo é uma espécie de alta relevância devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas local. Baseado nos resultados bromatológicos obtidos em seu trabalho, Almeida Neto et al. (2011), relataram que o Feijão-bravo apresenta potencial para ser utilizado como forragem.

Embora seja considerada a participação de espécies arbustivo-arbóreas na alimentação de ruminantes em área de Caatinga, os estudos com estas espécies que justifiquem o manejo intensivo no sentido de adubação mineral e intensidade de pastejo são, relativamente, escassos.

## 2. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DO FEIJÃO BRAVO [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] E MORORÓ [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.]

O Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] é uma planta da região semiárida do Nordeste do Brasil, pertencente à família Capparaceae, que crescem nos bosques secos do semiárido do Nordeste brasileiro (Andrade et al., 2010). É uma espécie de porte arbustivo-arbóreo com folhas perenes e desenvolve-se em muitas áreas da região semiárida brasileira (Almeida Neto et al., 2011), apresentando produção de modo relativamente dissonante com o ciclo das chuvas (Lopes et al., 2009). Silva et al. (2014) avaliaram características de grupos funcionais numa área de Caatinga na Paraíba e constataram que o Feijão-bravo é uma espécie que mantém as folhas ao longo do ano, portanto é uma espécie sempre verde, confirmando com outros relatos na literatura. Segundo Nascimento et al. (1996) e Lima (1989), o Feijão-bravo é uma árvore de pequeno porte, medindo de 3 a 6 m de altura, com caule simples ou ramificado, ereto ou tortuoso, podendo crescer apoiando-se nas plantas vizinhas, enramando seus galhos, com copa de cor escura, levemente rugosa. Apresenta folhas alternadas, dísticas, de forma oval, elíptica e ligeiramente lobulada, que mede de 4 a 10 cm de largura por 2 a 6 cm de comprimento.

Possui inflorescência na axila terminal, reduzida, às vezes, simplesmente terminal, possuindo ramos com 2 a 7 flores. O fruto é cilíndrico, tipo vagem, tortuoso, com 5 a 25 cm de comprimento, deiscentes com 4 a 25 sementes por vagens (Nascimento et al., 1996 e Lima, 1989).

O florescimento e a frutificação anual desta espécie em área de Caatinga ocorreram nos meses de janeiro a março e fevereiro a abril, respectivamente (Lopes et al., 2009). Resultado semelhante foi obtido por Fabricante et al. (2009), ao avaliarem as manifestações fenológicas em indivíduos de Feijão-bravo no cariri paraibano, observaram que o primeiro semestre é o período de maior intensidade das manifestações fenológicas, e que a emissão de flores é um evento demorado e pode levar de 2 a 3 meses, enquanto que a frutificação se inicia em fevereiro e dura, em média, dois meses.

A espécie *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., popularmente conhecida como Mororó, pertence à família Fabaceae (Souza & Lorenzi, 2005). É uma espécie comumente encontrada no Nordeste brasileiro, que possui potencial forrageiro por seu alto teor de proteína (Araújo Filho et al. 2002) e potencial medicinal, por sua ação hipoglicemiante e analgésica (Silva & Cechinel Filho 2002; Silva & Albuquerque 2005). Trata-se de um arbusto alto ou árvore

pequena, de 3 a 5 m de altura, de caule duro e casca fibrosa. Na Caatinga arbórea, apresenta-se como uma arvoreta de até 6 m de altura (Vaz & Tozzi, 2003). Suas folhas são fendidas em dois lobos, cuja forma lembra a marca deixada no chão pela pata dos bovinos. Silva et al. (2014) avaliaram características de grupos funcionais numa área de Caatinga na Paraíba e constataram que o Mororó é uma espécie com curto período de perda total de folhas, portanto classificada como breve decídua, confirmando com outros relatos da literatura.

As flores podem atingir até oito cm de comprimento, em cachos, branco-creme. O fruto é uma vagem chata, comprida e escura, contendo muitas sementes (Lima, 1998). De acordo com Lima (1996), a época de florescimento e frutificação do Mororó ocorre nos meses de julho e de setembro, respectivamente, o que corresponde ao final do período chuvoso no Semiárido de Pernambuco. Enquanto que Vaz & Tozzi (2003), não conseguiram detectar um padrão determinado de floração/frutificação nos espécimes de Mororó examinados no nordeste.

A planta de Mororó, principalmente na região Semiárida, pode ser utilizada como estaca, como forrageira de alto valor proteico, como planta medicinal e para fins de recuperação florestal (Albuquerque et al., 2007; Campanha & Araújo, 2010). Ydoyaga-Santana et al (2011) observaram alta seletividade de bovinos por plantas de Mororó, com 17,3% de participação na dieta, quando essa espécie representava 14,4% da composição botânica de área de Caatinga.

### **3. EFEITO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA SOBRE A MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS**

O elemento mineral fósforo (P) desempenha um papel fundamental na nutrição de todas as plantas como um elemento essencial que participa em uma grande variedade de processos fisiológicos e bioquímicos ocorrente em todos os organismos vivos (Vance et al., 2003). Em especial para os vegetais, o P exerce funções vitais que se relacionam com a capacidade em produzir biomassa por meio da fotossíntese. Historicamente, de todos os nutrientes necessários para as plantas, o P foi o que mais frequentemente limitou o crescimento delas; até que se corrigisse a deficiência de P, muitas culturas não responderam ao nitrogênio (N), e este ainda é o caso de muitos solos em todo o mundo (Kyrkby & Johnston, 2008).



A fotossíntese é a base do crescimento e desenvolvimento das plantas, e os caracteres morfológicos são úteis para prever as condições de crescimento destas (Tingting et al., 2011). A condição de metabolismo fotossintético está ligada intrinsecamente à disponibilidade de nutrientes minerais no solo, haja vista serem os solos fontes de nutrientes para os vegetais que neles habitam. Limitações de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento das raízes e da parte aérea, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de fósforo a níveis adequados no decorrer de seu crescimento (Grant et al., 2001).

O fósforo condiciona as raízes a se desenvolverem mais rapidamente, além de melhorar a eficiência na utilização de água. Assim, sua deficiência limita o crescimento das plantas forrageiras, embora Caldas et al. (2010), trabalhando com plantas de Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) – submetidas à adubação fosfatada – tenham encontrado resultados de que esse tipo de adubação promoveu efeito de pequena magnitude nos componentes morfológicos de plantas de Sabiá. No trabalho desenvolvido por Brondani et al. (2008), a partir do qual se verificou o desenvolvimento inicial de *Bauhinia forficata* submetida a diferentes doses crescentes de adubação fosfatada, percebeu-se que essas plantas apresentaram respostas positivas para o crescimento de acordo com os níveis aplicados de superfosfato simples. Desse modo, é possível afirmar que essas plantas requerem este nutriente para o seu desenvolvimento, sobretudo, na fase inicial.

Tingting et al (2011) avaliaram os fatores ambientais que poderiam afetar o crescimento e caracteres fisiológicos de *Caragana microphylla*, que é uma leguminosa arbustiva em ambientes com diferentes topografias. Eles observaram que houve várias relações significativas entre fósforo disponível do solo e características vegetais em *C. microphylla*, indicando ter sido o fósforo o principal elemento limitante do presente estudo.

Segundo Soares et al. (2006), o correto manejo da pastagem e a fertilização do solo não só melhoram os campos, como também aumentam sua produção. Dessa forma, o manejo de áreas de pastagem nativa envolvendo intensificação do sistema de produção por meio de devolução de parte do P removido é a maneira encontrada para garantir a produtividade do sistema. Para isso, compreender a interação entre os níveis de P no solo e o desenvolvimento das plantas forrageiras se torna imprescindível.

#### **4. EFEITO DO PASTEJO SOBRE A MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS**

Disponibilidade e distúrbios de recursos são amplamente reconhecidos como fatores essenciais da estrutura e composição da comunidade vegetal (Laliberté et al., 2012). Uma vegetação nativa se modifica de acordo com a pressão de pastejo aplicada, juntamente com várias combinações do histórico de uso da terra e recursos disponíveis (Lienin & Kleyer, 2011, Frank et al., 2013). No caso de pastagens de ambientes áridos, os efeitos do manejo são particularmente difíceis de detectar devido à alta variabilidade ambiental (Rupert et al., 2012, Martin et al., 2014). Desse modo, os impactos causados pela ação do pastejo promovem modificações no ecossistema de pastagem, podendo estas serem verificadas por meio dos aspectos morfofisiológicos das plantas.

O efeito de herbivoria em plantas lenhosas depende da intensidade e frequência dos danos, do estágio da planta e das relações dos recursos fenológicos no momento da herbivoria, dos tecidos vegetais removido, da competição com espécies não consumidas e as características intrínsecas às espécies de plantas (Maschinski & Whitham, 1989). Danos aos ramos individuais das plantas lenhosas afetam negativamente o crescimento e reprodução destes ramos, mas leva a um crescimento compensatório em ramos não danificados (Du Toit et al., 1990). A rebrota de plantas lenhosas, após o dano por herbívoros, depende da capacidade delas em utilizar as reservas de nutrientes armazenados e da capacidade das gemas que escaparam da herbivoria em poder ser ativadas para um novo crescimento (Sebata, 2013). Ele ainda relatou que as plantas lenhosas diferem na sua capacidade de se recuperar após a herbivoria pela rebrota sendo esta influenciada pela taxa de rebrota das folhas e brotos. Assim, os mecanismos utilizados pelas plantas, após o processo de desfolha, variam entre as espécies de plantas e o grau de danos causados pelos consumidores das plantas.

O trabalho realizado por Díaz et al. (2006), que reuniu informações sobre características de plantas em resposta ao pastejo à nível global, revelou ter havido uma associação significativa entre a resposta ao pastejo e altura de planta, bem como respostas positivas em plantas de porte baixo e respostas negativas nas de alto porte. Tal comportamento foi descrito com maior frequência em todos os sistemas, exceto em sistemas secos com um curto período evolutivo na história (por exemplo, em algumas áreas australianas), onde a resposta ao pastejo não diferiram significativamente entre plantas de

porte baixo e alto. Características de folhas de arbustos, como tamanho da folha, área foliar específica e resistência são importantes para obter-se respostas climáticas (Barboni et al., 2004) e, possivelmente, para responder ao pastejo e aos efeitos sobre a biogeoquímica (Díaz et al., 2006).

Nesse sentido, Laliberté et al. (2012) avaliaram características básicas numa comunidade de plantas durante 27 anos e que foram semeadas em meio à vegetação nativa utilizada para fins pastoris no Sul da Nova Zelândia. Dentre as características avaliadas, destaca-se a altura de planta, área foliar, área foliar específica, peso seco de folha, espessura de folha e início de florescimento sobre o efeito de três intensidades de pastejo. Eles apuraram que a altura de planta e o peso seco de folha foram maiores nas menores intensidades de pastejo, enquanto que a área foliar específica e área foliar não modificaram entre si. Além disso, a intensidade de pastejo nas espécies com maior espessura foliar foi mais fortemente prejudicada sob pastejo leve do que sob superpastejo. Dessa forma, espécies com atributos associados a uma estratégia de rápido crescimento tornam-se mais persistentes, quando submetidas a uma maior intensidade de pastejo.

Mbatha & Ward (2010) investigaram, entre outros fatores, os efeitos do pastejo sobre a qualidade nutricional de gramíneas em Savanas semiáridas na África do Sul. Eles constataram que a remoção da biomassa das gramíneas pela ação do pastejo proporcionou melhorias nutricionais às gramíneas, nos aspectos de proteína bruta e fósforo nas folhas. Isso se deveu ao aumento do surgimento de folhas jovens, que promovem crescimentos ativos destas gramíneas no pasto. Notadamente, esta modificação indica que a renovação das folhas por meio da desfolha pode implicar melhorias na capacidade fotossintética para a planta, bem como no fornecimento de folhas com melhor qualidade nutritiva.

O pastejo pelos herbívoros pode ser considerado o maior fator na evolução e adaptação das plantas forrageiras (Falkner & Casler, 2000). Brike (1991) relatou que as plantas forrageiras se adaptam ao pastejo por meio de mecanismos de escape e de tolerância. O primeiro reduz a probabilidade e severidade da desfolhação na planta, enquanto no último o crescimento após a desfolha é favorecido por meio de rápida renovação foliar. A habilidade de uma espécie sobreviver ao pastejo indubitavelmente resulta da combinação desses dois mecanismos, mas, em certas espécies e sob condições ambientais específicas, um mecanismo poderá predominar sobre o outro (Briske, 1991). Certas espécies, ou genótipos dentro de uma espécie, perfilham mais vigorosamente ou produzem folhas rapidamente após a desfolha, indicando um mecanismo de tolerância ao pastejo (Nelson, 2000). De acordo com Costa et al.

(2000), no manejo de espécies arbustivas, devem ser levadas em consideração várias características, como a resposta morfofisiológica e a sobrevivência das plantas.

Outro aspecto que envolve a persistência dos indivíduos de plantas sobre a ação do pastejo é a frequência das plantas de uma determinada espécie na pastagem. Mesmo tendo Porensky et al. (2013) constatado que o pastejo realizado periodicamente pelos bovinos, ao longo de 9 anos no estrato herbáceo de uma área de Savana queniana, pode ter desempenhado uma função importante na manutenção da diversidade de espécies. Isso não significa que a intensidade de pastejo não deva ser levada em consideração no sentido de manter a sustentabilidade de ambientes áridos e semiáridos em pastejo baseada nas respostas das plantas ao stress do pastejo. Com base nisso, Parente & Parente (2010) ressaltam que a utilização da pecuária semi-extensiva ou extensiva nas regiões semiáridas passa a ser fator de alteração ambiental devido à lotação excessiva de animais em limites superiores à capacidade de suporte do ecossistema. Em médio prazo, isso ocasiona forte pressão sobre a composição florística da vegetação nativa – devido à alta palatabilidade que determina a extinção de espécies – e sobre o solo relacionado ao pisoteio excessivo provocando a compactação (na época chuvosa) e desagregação (no período seco) culminando em efeitos negativos sobre as suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Parente & Parente, 2010). Ainda de acordo com esses autores, a situação tende a piorar em função da irreversibilidade da degradação dos solos e da vegetação resultando em áreas suscetíveis ao processo de desertificação.

O ajuste na taxa de lotação animal, evitando a degradação da vegetação nativa e o superpastejo, que pode comprometer as propriedades físicas do solo, é ferramenta importante e auxiliar na manutenção do equilíbrio do ecossistema (Parente & Parente, 2010) podendo este ser mensurado por meio da oferta de forragem que não apenas minimize os efeitos negativos causados na vegetação pela ação do pastejo, mas também viabilize a produção de ruminantes, revelando um equilíbrio. Isso porque bovinos, caprinos e ovinos exercem efeitos diferenciados sobre a vegetação da Caatinga em virtude das distinções tanto na composição botânica de suas dietas, como nos hábitos de pastejo (Araújo Filho & Crispim, 2002). Esses autores ainda relataram que a manipulação da vegetação da Caatinga pode afetar essas diferenças por induzir alterações na composição florística da oferta de forragem. Segundo Araújo Filho & Crispim (2002), em caatinga nativa, o pastejo por qualquer das três espécies citadas – quer isoladamente, quer em combinação – não traz efeitos significativos sobre a vegetação, desde que conduzido segundo as normas da conservação. Todavia, em condições de superpastejo, ovinos e caprinos podem induzir mudanças substanciais na

florística da caatinga, quer pelo anelamento dos troncos das árvores e arbustos, causando-lhes a morte, quer pelo consumo das plântulas impedindo a renovação do estoque de espécies lenhosas (Araújo Filho & Crispim, 2002).

Há, ainda, outro aspecto na interação planta-animal que se refere à sucessão e à competição entre as espécies localizadas em pastagens nativas. Para Skarpe (2001), geralmente, a sucessão e a competição sofrem influências originadas pelo pastejo. Nesse sentido, o ato de desfolhar causa um comprometimento da fotossíntese, pois a área foliar encontra-se reduzida, se não ausente, o que pode acarretar danos no processo de sucessão das pastagens, fluxo de carbono, infiltração de água e dinâmica de nutrientes (Deregibus et al., 2001; Dong et al., 2004). O entendimento dos principais processos que definem a interface planta-animal pode permitir a otimização do uso desses recursos naturais de forma sustentável e com bom retorno econômico (Mazzanti, 1997).

## 5. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; MEDEIROS, P. M.; ALMEIDA, A. L. S. et al. Medicinal plants of the Caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v.114, p. 325–354, 2007.
- ALMEIDA NETO, J.X. de; ANDRADE, A.P. de; LACERDA, A.V. de; et al. Composição florística, estrutura e análise populacional do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) no Semiárido paraibano, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 187-194. 2009.
- ALMEIDA NETO, J.X. de; ANDRADE, A.P. de; LACERDA, A.V. de; et al. Crescimento e bromatologia do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) em área de Caatinga no Curimataú paraibano, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 488-494, 2011.
- ALVAREZ, I.A.; OLIVEIRA, U.R.; MATIOS, P.P. de; et al. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Dados eletrônicos - **Embrapa Florestas**, 2012.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A. de; NASCIMENTO, S.S. do. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, 2009.
- ANDRADE, A.P. de; COSTA, R.G. da; SANTOS, E.M. et al. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, n.4, p.01-14, 2010.
- ARAÚJO FILHO J.A.; CRISPIM, S.M.A.; Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de Caatinga no Nordeste do Brasil. In: **CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE. UNIVERSITY OF CONTESTADO**. Concórdia, 2002. Anais. Concórdia, Embrapa pantanal, p. 1-7. 2002.
- ARAÚJO FILHO, J.A. de; CARVALHO, F.C. de; SILVA, N.L. da. Fenología y valor nutritivo de follajes de algunas especies forrajeras de la Caatinga. **Agroflorestería en las Américas**, v.9, p.33-37, 2002.
- ARAÚJO FILHO, J.A., SOUSA, F.B., CARVALHO, F.C. Pastagens no semi-árido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: **SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS**

- ECOSSISTEMAS BRASILEIROS:** pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. Anais / editado por R.P. de Andrade, A. de O. Barcellos e C. M. da Rocha. Brasília:SBZ, 1995. p.63-75.
- ARAÚJO, S.M.S. de. 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.
- BARBONI, D.; HARRISON, S.P.; BARTLEIN, P.J.; et al. Relationships between plant traits and climate in the Mediterranean region: a pollen data analysis. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, p.635–646. 2004.
- BRASILEIRO, R.S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no Semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Revista Scientia Plena**, v. 5, n. 2, p. 1-12, 2009.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J. W. (Eds.). **Grazing management: an ecological perspective**, Timber Press, Portland, p. 85–108, 1991.
- BRONDANI, G.E.; SILVA, A.J.C.; ARAUJO, M.A.; et al. Phosphorus nutrition in the growth of *Bauhinia forficata* L. seedlings. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, supl., p. 665-671, 2008.
- CALDAS, G.G.; SANTOS, M.V.F. dos; LIRA JUNIOR, M.A. et al. Caracterização morfológica e química de *Mimosa caesalpinifolia* submetida à adubação com P. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 228, pp. 529-538. 2010.
- CAMPANHA, M.M.; ARAÚJO, F.S. **Árvores e arbustos do sistema agrossilvipastoril Caprinos e Ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2010. 32 p. (Documentos, 96).
- COSTA, G.S.; FERREIRA, W. de M.; FERREIRA, J.N. Fenologia de *Qualea grandiflora* Mart. em área de cerrado típico no Estado do Tocantins. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, 51p., 2000. Brasília. Anais..., Sociedade Brasileira de Botânica, 2000.
- COSTA, M.R.G.F.; CARNEIRO, M.S. de S; PEREIRA, E.S; et al. Utilização do feno de forrageiras lenhosas nativas do Nordeste brasileiro na alimentação de ovinos e caprinos. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 7, Ed. 154, 17p. 2011.
- 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**. v. 20, n. 3, p. 9-17. 2013.
- DEREGIBUS, V.A.; JABOBO, E.; ANSIN, O.E. Grassland use and plant diversity in grazed ecosystem. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 19, São Pedro, 2001. Proceedings... São Pedro, p. 879-882, 2001.
- DÍAZ, S.; LAVOREL, S.; McINTYRE, S.; ALCZUK, V.; et al. Plant trait responses to grazing - a global synthesis. **Global Change Biology**, v. 13, p.313–341. 2006.
- DONG, S.K.; KANG, M.Y.; HU, Z.Z.; et al. Performance of cultivated perennial grass mixtures under different grazing intensities in the alpine region of the Qinghai-Tibetan. **Grass and Forage Science**, v. 59, p. 298-306, 2004.
- DU TOIT, J.T.; BRYANT, J.P.; FRISBY, K. Regrowth and palatability of *Acacia* shoots following pruning by African Savanna browsers. **Ecology**, v. 71, pp. 140–154. 1990.
- FABRICANTE, J.R.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, L.S.B. Fenologia de *Capparis flexuosa* L. (Capparaceae) no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 13 3-13 9, 2009.
- FALKNER, L.K.; CASLER, M.D. Genetic shifts in smooth bromegrass under grazing: changes in nutritional value and preference for surviving vs. original genotypes. **Grass and Forage Science**, v. 55, p. 351-360, 2000.
- FRANK, A.S.K.; DICKMAN, C.R.; WARDLE, G.M.; GREENVILLE, A.C. Interactions of Grazing History, Cattle Removal and Time since Rain Drive Divergent Short-Term Responses by Desert Biota. **PLoS ONE**, n. 8, v. 7, 13p., 2013.

- GIULIETTI, A.M., BOCAGE NETA, A.L., CASTRO, A.A.J.F. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da Caatinga In: **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA-UFPE; Brasília, DF, p.47-90, 2004.
- GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, n. 95, p. 1-5, 2001.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área Territorial Oficial, 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 ago 2015.
- KYRKBY, E.A.; JOHNSTON, A.E. Soil and fertilizer phosphorus in relation to crop nutrition. **Plant Ecophysiology**, v. 7, pp. 177-223. 2008.
- LALIBERTÉ, E.; SHIPLEY, B.; NORTON, D.A.; et al. Which plant traits determine abundance under long-term shifts in soil resource availability and grazing intensity? **Journal of Ecology**, v. 100, p.662–677. 2012.
- LIENIN, P.; KLEYER, M. Plant leaf economics and reproductive investment are responsive to gradients of land use intensity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 145, pp. 67–76. 2011.
- LIMA, A.D. Plantas das Caatingas. **Academia Brasileira de Ciências**. 243 p., 1989.
- LIMA, M.A. de.; FERNANDES, A.P.M. de; SILVA, J. A. de.; et al. Avaliação de forragens nativas e cultivadas em área de caatinga no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 16, n. 6, p. 517-531. 1987.
- LIMA, R.C.C.; CAVALCANTE, A.M.B; PEREZ-MARIN, A.M. (Org.). **Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro**. Campina Grande - PB: Instituto Nacional do Semiárido, 209p. 2011.
- LOPES, W.B.; SILVA, M.A. da; ANDRADE, L.A. de. Caracterização de uma população de plantas de feijão bravo (*Capparis flexuosa* L.) No cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 125-131, 2009.
- MARTIN, R.; MÜLLER, B.; LINSTÄDTER, A.; FRANK, K. How much climate change can pastoral livelihoods tolerate? Modelling rangeland use and evaluating risk. **Global Environmental Change**, v. 24, p.183–192. 2014.
- MASCHINSKI, J.; WHITHAM, T.G. The continuum of plant responses to herbivory: the influence of plant association, nutrient availability, and timing. **American Naturalist**, 134:1–19. 1989.
- MAZZANTI, A. Adaptacion de espécies forrajeras a la desfoliacion, In: **SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS**, 1997, Maringá. Anais... Maringá: Cooper Graf. Artes Gráficas Ltda, p.75-84. 1997.
- MBATHA, K.R.; WARD, D. The effects of grazing, fire, nitrogen and water availability on nutritional quality of grass in semi-arid savanna, South Africa. **Journal of Arid Environments**, v. 74, pp. 1294-1301, 2010.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012/Serviço Florestal Brasileiro**. – Brasília: SFB, 188 p. 2013.
- MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p.127-132, 2002.
- MOREIRA, J.N.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M.V.F. dos; et al. Consumo e desempenho de vacas guzerá e girolando na caatinga do sertão pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p.13-21, 2007.
- MOURA, M. S. B. de; et al. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, cap. 2, 2007. pp. 37-59.

- NASCIMENTO, M.P.S.C.B., OLIVEIRA, M.E.A.; et al.1996. **Forrageiras da bacia do Parnaíba: usos e composição química**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte/Recife: Associação Plantas do Nordeste, 86p. (EMBRAPA Meio-Norte. Documentos, 19).
- NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Eds.) **Grassland Ecophysiology and grazing ecology** CABI Publishing; Wallingford, Uk, p.101-126, 2000.
- PARENTE, H.N.; PARENTE, M.O.M. Impacto do pastejo no ecossistema caatinga. **Arquivo Ciência Veterinária e Zoologia da UNIPAR**, v. 13, n. 2, p. 115-120. 2010.
- PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. de A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n.1, p.77-90, 2013.
- PORENSKY, L.M.; WITTMAN, A.E.; RIGINOS, C.; et al. Herbivory and drought interact to enhance spatial patterning and diversity in a savanna understory. **Oecologia**, v. 173, pp. 591–602. 2013.
- QUEIROZ, M.A. de. Recursos Genéticos Vegetais da Caatinga para o Desenvolvimento do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 6, p.1135-1150, 2011.
- RUPPERT, J.C.; HOLM, A.M.; MIEHE, S.; et al. Metaanalysis of rain-use efficiency confirms indicative value for degradation and supports non-linear response along precipitation gradients in drylands. **Journal of Vegetation Science**, v. 23, p.1035–1050. 2012.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEX, J.C.B. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.
- SEBATA, A. Woody Plant-Herbivore Interactions in Semi-Arid Savanna Ecosystems, **Herbivory**, Dr. Breno Barros (Ed.), ISBN: 978-953-51-1052-1, InTech, DOI: 10.5772/48400. Available from: <http://www.intechopen.com/books/herbivory/woody-plant-herbivore-interactions-in-semi-arid-savanna-ecosystems>
- SILVA, A.C.O.; ALBUQUERQUE, U.P. Woody medicinal plants of the caatinga in the state of Pernambuco (Northeast Brazil). **Acta Botanica Brasilica** 19: 17-26. 2005.
- SILVA, A.M.L. ; LOPES, S. de F.; VITORINO, L.A.P.; et al. Plant functional groups of species in semiarid ecosystems in Brazil: wood basic density and SLA as an ecological indicator. **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, n. 3, pp. 229-237. 2014.
- SILVA, K.L.D.; CECHINEL FILHO, V. Plants of the genus Bauhinia: chemical composition and pharmacological potential. **Química nova**, v. 25, n. 3, p.449-454. 2002.
- SKARPE, C. Effects of large herbivores on competition and succession in natural savannah rangelands. In: TOW, P. G.; LANZENBY, A. (Ed.). **Competition and succession in pastures**. Wallingford: CABI Publishing, 2001. p. 175-191.
- SOARES, A.B.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C.; et al. A. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p.1148-1154, 2005.
- SOARES, A.B.; MEZZALIRA, J.C.; BUENO, E.A. C.; et al. Efeitos de diferentes intensidades de pastejo em pastagem nativa melhorada sobre o desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p.75-83, 2006.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: Guia ilustrativo para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, p. 607, 2005.
- TINGTING, Z.; JUNPENG, L.; XINJUN, Z.; et al. Photosynthetic and morphological characters of Caragana microphylla in different slope aspects and positions. **Acta Ecologica Sinica**. v. 31, pp. 163–168. 2011.



- VANCE, C.P.; UHDE-STONE, C.; ALLAN, D.L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytol**, v.157, pp. 423–447. 2003.
- VAZ; A.M.S.F.; TOZZI, A.M.G.A. *Bauhinia* ser. *Cansenia* (Leguminosae: Caesalpinioideae) no Brasil. **Rodriguésia**, v. 54, n. 83, p. 55-143, 2003.
- YDOYAGA-SANTANA, D.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.69-78, 2011.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERES MORFOFISIOLÓGICOS EM PLANTAS DE FEIJÃO-BRAVO [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] SUBMETIDAS A NÍVEIS DISTINTOS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA E OFERTAS DE FORRAGEM NA CAATINGA**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da adubação fosfatada e da oferta de forragem sobre aspectos morfofisiológicos de plantas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] em Caatinga manipulada. A pesquisa foi realizada na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, numa área de Caatinga enriquecida com Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.], capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy) e capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Foram realizados dois experimentos ao longo de um ano, de 2014 a 2015. No primeiro experimento foi avaliado o efeito da adubação fosfatada (0, 50 e 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano) sobre características morfológicas (área foliar específica, área, comprimento, largura e perímetro de folha, altura da planta, diâmetros de copa, diâmetros de caule, características estruturais e fenológicas) e fisiológicas (trocas gasosas, índice SPAD, teor relativo de água, dano de membrana). Os tratamentos foram casualizado em três blocos experimentais, com quatro repetições em cada bloco. Plantas de Feijão-bravo se caracterizaram por maior número de folhas (12,0) e maior peso seco de folhas (514,0 mg) ao longo das avaliações quando não adubadas com fósforo. O Feijão-bravo não apresentou saturação luminosa até o nível de 1600 μmol de fótons/m<sup>2</sup>/s. Foram obtidos maiores valores de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> quanto maior foi o nível de adubo aplicado (7,6 μmol de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s). No segundo experimento foi estudado o efeito de quatro ofertas de forragem (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 kg de MS/kg de PV) sobre as mesmas características descritas acima. O método de pastejo utilizado foi lotação contínua, com taxa de lotação variável e com duração da estação de pastejo de dois meses. Os tratamentos foram casualizados em blocos experimentais, com três repetições. Folhas de Feijão-bravo mais largas (5,40 cm), de maior tamanho (7,38 cm) e com maior peso seco (584,0 mg) foram observadas nas ofertas de forragem entre 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV. A aplicação de adubo fosfatado contribuiu para que as plantas de Feijão-bravo aumentasse o uso deste elemento em produção de folhas em menor espaço de tempo. As ofertas de forragem não influenciaram as características fisiológicas estudadas no Feijão-bravo.

**Palavras-chave:** área foliar específica, curva de reposta à luz, dimensões de folha, peso seco de folha, trocas gasosas

## ABSTRACT

The objective of this work was to study the effects of phosphorus fertilization and forage allowance on morphophysiological aspects Feijão-bravo plants [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] manipulated in Caatinga. The survey was conducted at the Academic Unit of Serra Talhada, Federal Rural University of Pernambuco, a Caatinga area enriched with Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.], capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy) and capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Two experiments were conducted over a year, from 2014 to 2015. In the first experiment, the effects of P fertilization (0, 50 and 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/year) on morphological characteristics (specific leaf area, area, length, sheet width and perimeter, plant height, crown diameter, stem diameter, structural features and phenological) and physiological (gas exchange, SPAD index, relative water content, membrane damage). The treatments were randomized into three experimental blocks with four replications in each block. Feijão-bravo plants were characterized by higher number of leaves (12.0) and higher dry weight of leaves (514.0 mg) along the evaluations when not fertilized with phosphorus. The Feijão-bravo showed no light saturation to the level of 1600 micromol photons/m<sup>2</sup>/s. We obtained higher net CO<sub>2</sub> assimilation values greater was applied to the fertilizer level (7.6 micromol CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s). In the second experiment we studied the effect of four forage allowance (2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 kg DM/kg BW) on the same characteristics described above. The grazing method was continuous stocking with variable stocking rate and duration of the two-month grazing season. The treatments were randomized experimental block design with three replications. Wider Feijão-bravo sheets (5.40 cm) of larger size (7.38 cm) and greater dry weight (584.0 mg) were observed in herbage allowance between 2.5 and 3.0 kg MS/kg BW. The application of phosphate fertilizer contributed to the Feijão-bravo plans to increase the use of this leaf production element in a shorter time. The forage allowance did not affect the physiological characteristics studied in the Feijão-bravo.

**Keywords:** curve response to light, dry weight of leaf, gas exchange, sheet size, specific leaf area

## 1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste caracteriza-se pela heterogeneidade nos aspectos edafoclimáticos e consequente variedade de fisionomias de vegetação (IBGE, 2010). Nessa região do Brasil, situa-se o Semiárido brasileiro, cuja formação se estende por uma área que corresponde a, aproximadamente, 11% do território nacional e se caracteriza por elevadas médias anuais de temperatura (27°C) e evaporação (2.000 mm). A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro (MMA, 2013) e é formada por uma vegetação do tipo de mata seca e caducifólia (Queiroz, 2011). Sua paisagem é formada por árvores de troncos tortuosos, recobertos por cortiça e espinhos (Alvarez et al., 2012).

Dentre outras atividades econômicas são realizadas na Caatinga, sendo destacada a pecuária, que é praticada de forma extensiva. Em estudo realizado por Moreira et al. (2007), a vegetação nativa da Caatinga permitiu consumo de matéria seca capaz de atender as necessidades dos animais favorecendo, portanto, o desenvolvimento da pecuária.

A maior parte da composição florística da Caatinga participa, significativamente, da dieta dos ruminantes domésticos (Coutinho, 2013). Dentre as espécies consumidas pelos ruminantes na Caatinga, vale acentuar a presença do Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] pertencente à família Capparaceae, que é uma planta da região semiárida do Nordeste do Brasil, de porte arbustivo-arbóreo com folhas perenes, além de apresentar potencial para ser utilizada como planta forrageira (Almeida Neto et al., 2011).

Espécies arbustivo-arbóreas são tidas como uma fonte importante de alimentação para os ruminantes em pastagens e sistemas silvipastoris, porque no estrato herbáceo a Caatinga é formada por gramíneas efêmeras e outras dicotiledôneas (Santos et al., 2010).

Os nutrientes minerais presentes no solo são responsáveis pela promoção de desenvolvimento dos vegetais. Papel fundamental na nutrição de todas as plantas é realizado pelo fósforo (P) como um elemento essencial que participa em uma grande variedade de processos fisiológicos e bioquímicos ocorrente em todos os organismos vivos (Vance et al., 2003). Em especial para os vegetais, o P exerce funções vitais que se relacionam com a capacidade em produzir biomassa por meio da fotossíntese.

A utilização dos recursos abióticos pela planta é realizada por meio da fotossíntese. Ela é a base do crescimento e desenvolvimento das plantas, e os caracteres morfológicos são úteis para prever as condições de crescimento destas (Tingting et al., 2011). A condição de metabolismo fotossintético está ligada intrinsecamente à disponibilidade de nutrientes

minerais no solo, haja vista serem os solos fontes de nutrientes minerais para os vegetais que neles habitam.

Segundo Soares et al. (2006), o correto manejo da pastagem e a fertilização do solo não só melhoram os campos, como também aumentam sua produção. Dessa forma, o manejo de áreas de pastagem nativa envolvendo intensificação do sistema de produção por meio de devolução de parte do P removido é a maneira encontrada para garantir a produtividade do sistema. Para isso, compreender a interação entre os níveis de P no solo e o desenvolvimento das plantas forrageiras se torna imprescindível.

Quanto ao pastejo, pode-se relatar que ele exerce influências na sobrevivência das plantas submetidas a essas condições. Outros fatores em combinação com a pressão de pastejo aplicada podem modificar uma vegetação nativa (Lienin & Kleyer, 2011, Frank et al., 2013). O efeito de herbivoria em plantas lenhosas depende da intensidade e frequência dos danos (Maschinski & Whitham, 1989).

Em ambientes de semiárido, a pecuária extensiva pode promover alterações ambientais negativas, de acordo com Parente & Parente (2010). Por isso, ajustar a taxa de lotação animal evitando a degradação da vegetação nativa e o superpastoreio, que pode comprometer as propriedades físicas do solo, é ferramenta importante e auxiliar na manutenção do equilíbrio do ecossistema (Parente & Parente, 2010).

Para avaliar o efeito do pastejo nas plantas forrageiras podem-se realizar avaliações das características de folhas. Tais características, como: tamanho da folha, área foliar específica e persistência são importantes para obter-se respostas climáticas (Barboni et al., 2004) e, possivelmente, para responder ao pastejo e aos efeitos sobre a biogeoquímica (Díaz et al., 2006). Laliberté et al. (2012) avaliaram características básicas numa comunidade de plantas e apuraram que a altura de planta e o peso seco de folha foram influenciados pelas intensidades de pastejo.

Embora seja considerada a participação de espécies arbustivo-arbóreas na alimentação de ruminantes em área de Caatinga, os estudos com estas espécies que justifiquem o manejo intensivo no sentido de adubação mineral e intensidade de pastejo são, relativamente, escassos.

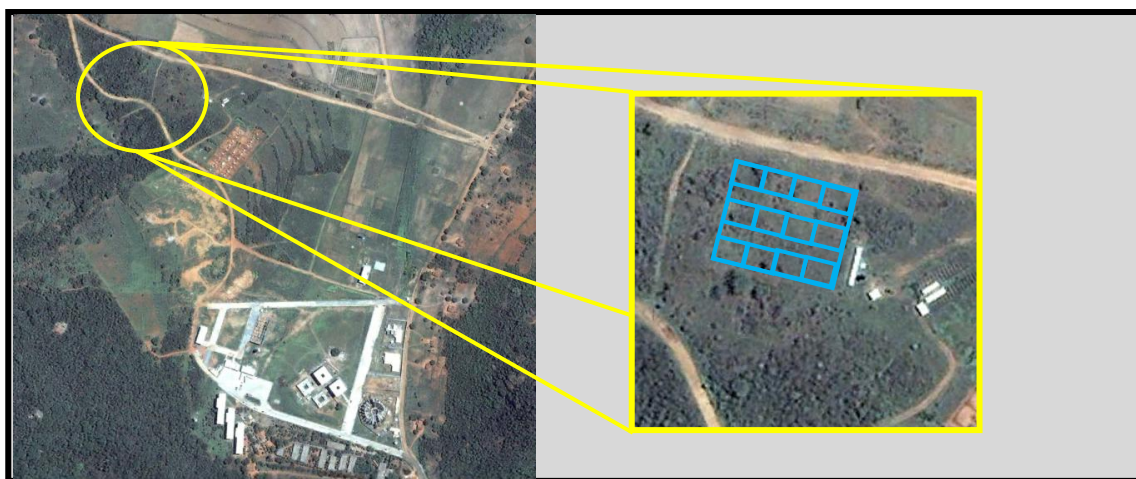
Dessa forma, objetivou-se estudar os efeitos de diferentes níveis de adubação fosfatada e ofertas de forragem sobre aspectos morfofisiológicos em plantas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] na Caatinga, durante os anos de 2014 e 2015.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área experimental

A área experimental estabelecida localizou-se na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), nas coordenadas geográficas 7° 57' 41" S e 38° 17' 68" W e altitude de 515 m (Figura 1). O município de Serra Talhada - PE, parte setentrional da microrregião Pajeú, situa-se na porção norte do estado de Pernambuco (CPRM, 2005).

O município de Serra Talhada caracteriza-se pelo clima do tipo semiárido, de temperatura média anual em torno de 37°C e precipitação média de 822 mm/ano. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo BSwH (CPRM, 2005).



**Figura 1.** Imagem aérea da área experimental na UAST/UFRPE.  
Fonte: GoogleEarth.

A vegetação da área foi composta de Caatinga manipulada, enriquecida com as espécies de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.], capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* Hack Dandy) e capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.), semeadas na década de 80. Ao longo dos anos, essa área foi pastejada erratically por bovinos.

Procedeu-se à análise química e física de amostras do solo da área experimental nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (Tabela 1), pelo laboratório de fertilidade do solo do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). De acordo com os resultados obtidos, o solo foi considerado franco-arenoso, eutrófico, de acidez fraca e fertilidade média a alta (IPA, 2008). Os valores de fósforo foram muito superiores aos encontrados na literatura em área de Caatinga. Silveira et al. (2006), que encontraram valores de concentrações de P-extraível

(Mehlich<sup>-1</sup>) para solos da região Semiárida, nas ordens de solos mais comuns no Semiárido de Pernambuco e Paraíba, observaram teores médios de 14,6 e 6,7 mg/kg de P nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente. Calixto Júnior & Drumond (2011), por sua vez, depararam com valor médio de 5,4 mg/dm<sup>3</sup>, em solos de fragmento de Caatinga de Petrolina. Já Oliveira et al. (2008) indicaram quimicamente 5 tipos de solos do Rio Grande do Norte e obtiveram o maior valor de P (16,41 mg/dm<sup>3</sup>) na camada de 0 – 10 cm no Cambissolo Háplico Típico. No trabalho realizado por Santos et al. (2012), que caracterizaram física, química e mineralogicamente Neossolos Regolíticos, ao longo da região Semiárida do Estado de Pernambuco, foi possível confirmar que todos os solos apresentaram baixos teores de P disponível.

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos de amostras de solo da área experimental, conforme a profundidade

Características	Unidade	Profundidade (cm)	
		0 – 20	20 - 40
P <sup>a</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	86,50 ± 24,50*	49,00 ± 25,48
pH <sup>b</sup>	-	6,73 ± 0,35	6,73 ± 0,40
Ca	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	8,72 ± 1,79	10,52 ± 2,52
Mg <sup>c</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,60 ± 0,86	2,30 ± 0,70
Na	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,04 ± 0	0,05 ± 0,01
K	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,65 ± 0,06	0,35 ± 0,14
Al	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,00 ± 0	0,00 ± 0
H	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,89 ± 0,34	1,73 ± 0,74
SB <sup>d</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	11,00 ± 0,93	13,20 ± 2,89
CTC <sup>e</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	12,90 ± 0,69	14,93 ± 2,84
V <sup>f</sup>	%	85,00 ± 3,39	88,00 ± 5,19
MO <sup>g</sup>	%	4,47 ± 0,16	5,33 ± 0,73
Areia	%	68,79 ± 2,09	65,90 ± 3,52
Silte	%	18,15 ± 2,12	17,94 ± 1,34
Argila	%	13,06 ± 1,20	16,15 ± 4,08

<sup>a</sup>P extraído com Mehlich-1; <sup>b</sup>pH em água (1:2,5); <sup>c</sup>Mg estimado quando Ca+Mg > 10,00 e Ca > 9,95; <sup>d</sup>Soma de bases; <sup>e</sup>Capacidade de troca de cátions potencial; <sup>f</sup>Saturação por bases; <sup>g</sup>Matéria orgânica, determinada pelo método da mufla.. \*Intervalo de confiança da média ( $\alpha = 0,05$ ) entre as três amostras compostas.

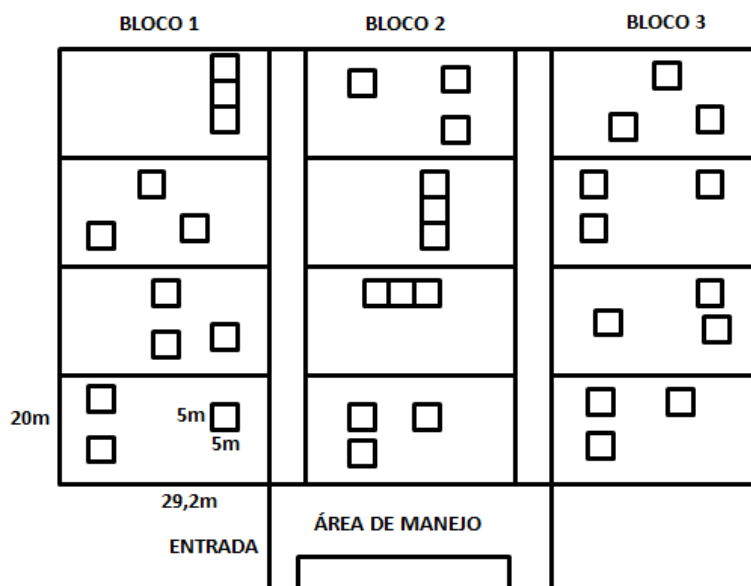
O teor de matéria orgânica obtido foi relativamente alto para ambientes de caatinga. No entanto, resultados atingidos por Lira et al. (2012) se aproximaram do encontrado neste trabalho. Eles obtiveram valores próximos a 3% de MO na camada de 0 – 20 cm quando avaliaram o efeito do cultivo e manejo da caatinga no Rio Grande do Norte.

A área experimental possuía 7.200 m<sup>2</sup> (90 x 80 metros) e foi dividida em três blocos com quatro piquetes, totalizando 12 piquetes de 584 m<sup>2</sup> (20 m x 29,2 m).



Para o experimento de adubação fosfatada foram delimitados, aleatoriamente, três áreas de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m) dentro de cada piquete, sendo cada uma destas áreas de 25 m<sup>2</sup> correspondente a um nível de adubação fosfatada e constituíram as parcelas experimentais, de modo que cada piquete apresentou os três níveis de adubação fosfatada (Figura 2). Estes quadrados de 25 m<sup>2</sup> consistiram em exclusão do pastejo das plantas localizadas no interior deles, já que o pastejo ocorreu no piquete (20 m x 29,2 m).

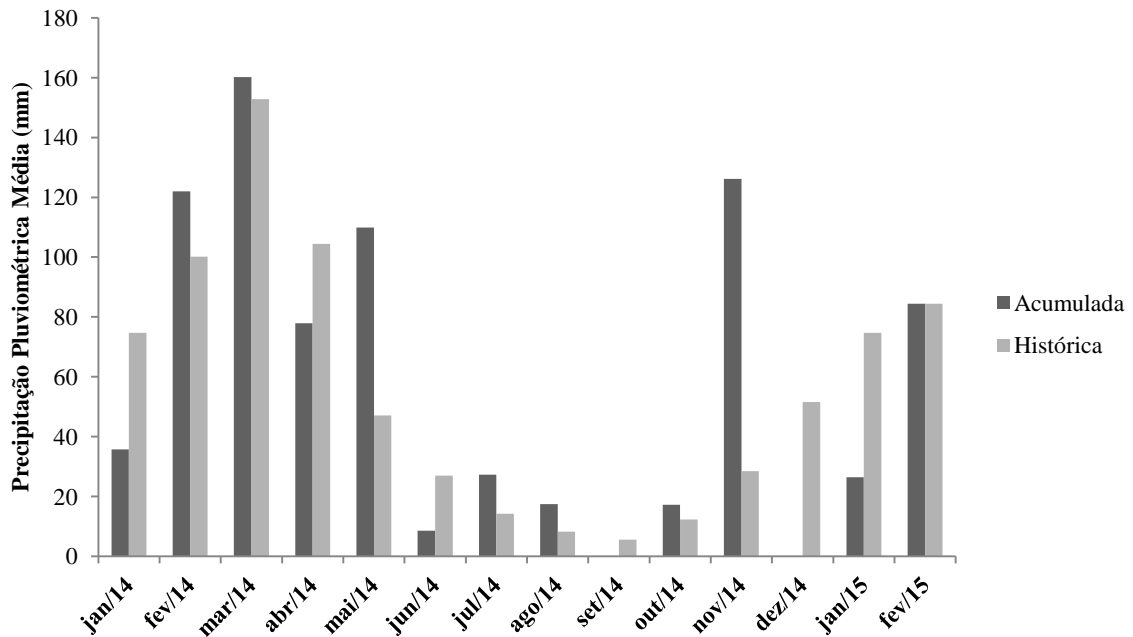
No experimento de pastejo os quatro níveis de oferta de forragem foram aleatorizados entre os quatros piquetes em cada um dos três blocos, totalizando três repetições (Figura 2). Assim, as parcelas experimentais para o pastejo corresponderam às áreas de 20 m x 29,2 m.



**Figura 2.** Croqui da área experimental na UAST/UFRPE.

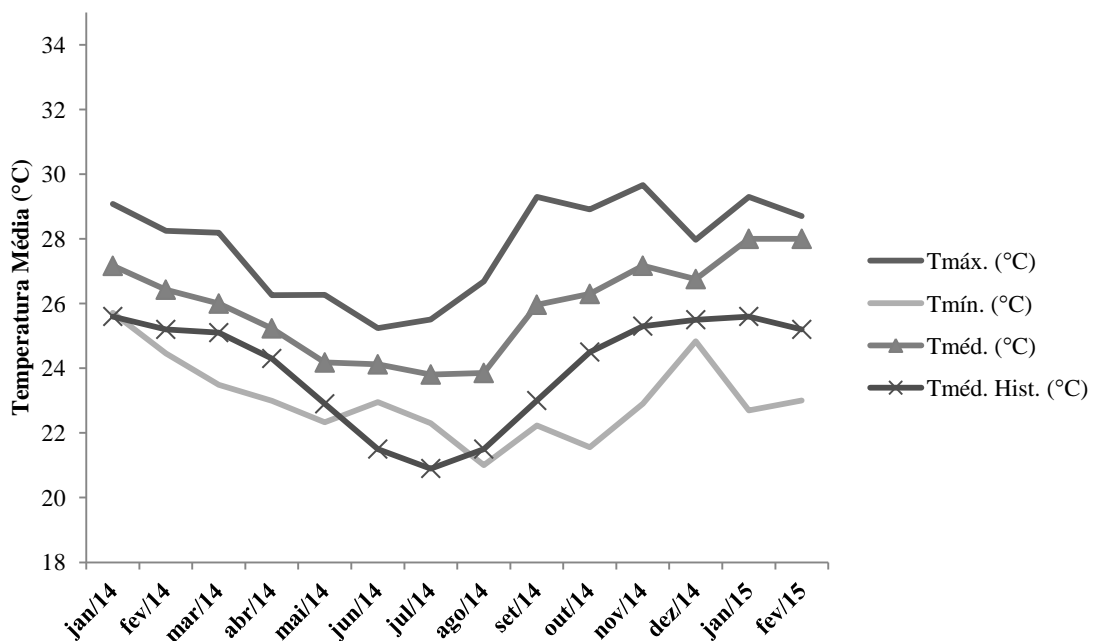
Os índices pluviométricos mensais médios foram registrados durante o período experimental (Figura 3). De acordo com os dados de precipitação obtidos, observou-se que o período de maior precipitação ocorreu de fevereiro a maio de 2014 e que nos demais meses a precipitação não foi superior a 40 mm, excetuando-se os meses de novembro de 2014 e fevereiro de 2015 (Figura 3). Em relação à precipitação pluviométrica média histórica percebeu-se que o período avaliado apresentou, praticamente, o mesmo comportamento, com exceção dos meses de janeiro, maio, junho, novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015 que se apresentaram atípicos (Figura 3), sinalizando que as chuvas além do esperado ocorreram nos meses de maio e novembro com cerca de 2 e 3 vezes a mais, respectivamente.

Em janeiro de 2014 e 2015 e junho, as chuvas ocorridas foram menos da metade prevista, enquanto que em dezembro nenhum volume precipitado foi acumulado.



**Figura 3.** Precipitação pluviométrica acumulada média mensal e histórica no decorrer do período experimental.  
Fonte: APAC/INMET

As temperaturas mensais médias foram anotadas ao longo do período experimental e constam na figura 4.



**Figura 4.** Temperatura mensal média durante o período experimental.  
Fonte: APAC/INMET

O período de menor temperatura média observada compreendeu os meses de maio a agosto com médias em torno de 24°C (Figura 4). Os demais meses não apresentaram temperatura média superior a 28°C. Com relação à temperatura média histórica percebeu-se que do mês de junho em diante ela foi inferior à temperatura média registrada naqueles meses.

Dessa forma, o período de maior precipitação coincidiu com temperaturas mais elevadas. Nos meses de junho a agosto, quando a precipitação pluviométrica acumulada não superou 40 mm, as temperaturas não superaram 24°C.

## 2.2 Tratamentos experimentais

Foram estudados aspectos morfofisiológicos em plantas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] a partir de diferentes níveis de adubação fosfatada: 0, 50 e 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano e submetidas a diferentes ofertas de forragem: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 kg de MS/kg de PV.

A adubação fosfatada foi realizada a lanço, ocorrendo em março do ano de 2013 e 2014. Utilizou-se superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), nas parcelas experimentais. A seleção das plantas de cada espécie estudada foi feita por meio do critério de seleção baseando-se na presença ou ausência da planta: quando havia mais de uma planta da mesma espécie, escolheu-se um padrão de plantas adultas; quando não existia nenhuma planta localizada da parcela experimental, esta parcela foi desconsiderada naquele piquete.

O pastejo foi realizado por ovinos machos, não castrados, sem padrão racial definido e com peso vivo inicial de 20 ± 3,2 kg, adotando-se a lotação contínua como método de pastejo. O ajuste da lotação animal às ofertas de forragem foi realizado conforme Ferraz (2014), que consistiu na estimativa da disponibilidade de forragem (kg de MS) em cada piquete dividida pelo nível de oferta pretendida (2,0; 2,5; 3,0 ou 3,5 kg de MS/kg de PV), resultando num valor de peso vivo (kg de PV). Assim, os animais foram pesados até que a soma do peso deles atingisse o valor do peso vivo necessário para cada nível.

Antes do período de pastejo, os animais foram identificados com brincos auriculares, numerados, pesados em balança mecânica com capacidade para 300 kg, vermifugados com solução oral de Ivermectina a 0,08% p/v (peso-volume), administrada de acordo com o peso vivo de cada animal, e liberados nos piquetes de acordo com as ofertas de forragem. Em cada piquete foram instalados bebedouros e saleiros para fornecimento de água e sal mineral *ad libitum*.

As avaliações ocorreram nos meses de fevereiro, março, abril, junho, agosto, outubro e dezembro de 2014 e no mês de fevereiro de 2015, em ambos os experimentos. Sempre as mesmas plantas eram mensuradas quanto aos aspectos morfofisiológicos. Foram realizadas duas estações de pastejo, uma entre maio e junho de 2013 e a outra entre os meses de abril e junho de 2014.

### **2.3 Características morfológicas estudadas**

De cada planta de Feijão-bravo, três folhas expandidas foram coletadas para mensuração da área, comprimento, largura e perímetro de folha. Estas medições foram feitas com o auxílio do equipamento medidor portátil a *laser* de área foliar (CI 202, da CID-Bioscience<sup>®</sup>). Além destas medidas, a área foliar específica e o peso seco de folhas também foram mensurados. A área foliar específica de folha foi resultante da razão entre a área média de folha e o peso seco médio de folha. O peso seco médio da folha foi obtido pelo método de secagem convencional, em estufa de ventilação forçada a 55°C (Silva & Queiroz, 2006).

Para as medições dos diâmetros horizontais da copa das plantas foi utilizada trena graduada em centímetros, com a qual se formou um *transecto* com as duas medidas mais longas dos diâmetros da copa. A altura da planta foi medida com o auxílio de régua graduada em centímetros, do solo ao topo da copa. Para o diâmetro do caule, foi utilizado um paquímetro, com medições na base da planta (ao nível do solo) e a 1,5 m do solo.

Foi realizada contagem do número de ramos basais e do número de folhas por ramo secundário em cada planta. No momento das coletas, as plantas foram observadas quanto à presença de flor ou fruto, para caracterização fenológica.

### **2.4 Características fisiológicas avaliadas**

Para mensuração do índice SPAD, foi utilizado o equipamento medidor portátil de clorofila SPAD-502 [*Soil-Plant Analysis Development* (SPAD) Section, Minolta Camera Co., Ltd, Japan]. Foram selecionadas três folhas localizadas a 1,5 m do solo e nelas foram realizadas cinco leituras e obtido um valor médio por folha em cada planta de cada espécie.

Para o teor relativo de água na folha foram coletadas duas folhas totalmente expandidas das plantas. Posteriormente, foram retirados 10 discos foliares com área de 1 cm<sup>2</sup> e sem nervura. A metodologia foi a descrita por Barrs & Weatherley (1962) e consistiu na

pesagem dos discos em balança analítica para obtenção da matéria fresca (PMF). Em seguida, os discos foliares foram acondicionados em placas de Petri com papel filtro e cerca de 10 ml de água destilada/deionizada e colocados sob refrigeração a 20°C durante 24 horas. Decorrido este tempo, os discos foram retirados e secados levemente com o auxílio de papel toalha e, então, pesados novamente, para obtenção do peso da massa túrgida (PMT). Para finalizar, estes discos foram levados à estufa de ventilação forçada a 55°C durante 24 horas em saco de papel. Em seguida, foram pesados novamente, obtendo-se o peso da matéria seca (PMS). Assim, procedeu-se ao cálculo do teor relativo de água utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{TRA (\%)} = (\text{PMF} - \text{PMS}) / (\text{PMT} - \text{PMS}) * 100.$$

O dano à membrana vegetal foi realizado conforme Shanahan et al. (1990). Foram retirados 30 discos foliares de 5 mm de diâmetro em duas folhas coletadas nas plantas em cada parcela experimental. Os discos foram acondicionados em tubos de ensaio com água destilada (10 ml) por 3 horas. Decorrido este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução por meio de condutivímetro de bancada. Em seguida, os tubos com os discos foram levados ao banho-maria por 30 min a 100°C para fervura. Posteriormente, os tubos foram resfriados em temperatura ambiente para realização da leitura da condutividade elétrica. O percentual de danos de membranas foi estimado pela seguinte equação:

$$\text{DM (\%)} = [(L1/L2) \times (100)]$$

Onde: L1 = Condutividade elétrica três horas após contato dos discos com água;

L2 = Condutividade elétrica após fervura dos discos a 100 °C por 30 minutos

As medidas das trocas gasosas foram feitas sob condições naturais, em dias limpos (ausência de chuva) e no período compreendido entre 7 horas A.M. e 16 horas P.M., em três folhas expandidas por planta, utilizando-se da quinta folha do ápice à base, de forma não destrutiva. Estas avaliações ocorreram no mês de junho de 2014 e no mês de fevereiro de 2015. A fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> foram medidas por meio de um equipamento portátil analisador de trocas gasosas por infravermelho (LI-6400, LI-COR, Lincoln, Nebraska - EUA). A radiação fotossinteticamente

ativa simulada pelo equipamento foi de 1200  $\mu\text{mol}$  de fótons/ $\text{m}^2/\text{s}$  em ambos os meses, sendo este o valor médio encontrado na ocasião da avaliação.

Foi avaliada, também, a resposta fotossintética ( $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) à luz das plantas de Feijão-bravo. As folhas foram submetidas às seguintes radiações fotossinteticamente ativas: 0, 300, 600 e 1600  $\mu\text{mol}$  de fótons/ $\text{m}^2/\text{s}$ . Os níveis de radiação foram avaliados em três folhas/planta e quatro plantas/espécie em cada tratamento, entre as 13 e 15 horas do dia, em junho de 2014. As folhas selecionadas para tal foram as que estavam completamente expandidas na altura de 1,5 m do solo.

## **2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas**

Os tratamentos foram casualizados em blocos experimentais. Foram utilizados três blocos, com quatro repetições dentro do bloco. As avaliações foram consideradas como medidas repetidas no tempo e as análises estatísticas foram realizadas por meio do procedimento PROC MIXED (Littell et al., 1998) do SAS (SAS, 1999).

No experimento de adubação fosfatada foram considerados os efeitos da adubação fosfatada, das avaliações, da interação adubação fosfatada x meses de avaliação, além do efeito dos blocos experimentais. No experimento de oferta de forragem, foram considerados os efeitos da oferta de forragem, das avaliações, da interação oferta de forragem x meses de avaliação, além do efeito dos blocos experimentais. Para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo LSMEANS ajustado para Tukey do SAS (SAS, 1999). Os dados obtidos para as espécies foram analisados separadamente.

As análises de regressão da fotossíntese líquida em função dos níveis de radiação fotossinteticamente ativa, em cada nível de adubação fosfatada, foram realizadas por meio do software *SigmaPlot* para Windows, versão 12.0, a 5% de probabilidade.

Quando houve efeito significativo das ofertas de forragem sobre as características estudadas, realizou-se análise de contrastes ortogonais por meio do programa SAS (SAS, 1999). Quando ocorreu efeito das avaliações, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias, pelo LSMEANS ajustado para Tukey, do SAS (SAS, 1999).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Efeitos da adubação fosfatada

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação entre adubação fosfatada com os meses de avaliação sobre o peso seco das folhas (PSF) (Tabela 2). Na ausência de adubação, o peso seco das folhas, nos meses de fevereiro e agosto de 2014, foi inferior em relação aos demais meses. Este fato parece ter sido relacionado com a baixa precipitação no mês anterior às avaliações (janeiro e julho de 2014), que pode ter comprometido a entrada suficiente de fósforo na planta pelas raízes. Com a aplicação de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha/ano, as folhas tiveram o peso seco mais elevado nos meses de fevereiro de 2014 e 2015 e mantiveram um peso menor durante os demais meses avaliados. Enquanto que, no máximo nível aplicado, o padrão do peso seco de folha foi mantido ao longo das avaliações.

**Tabela 2.** Peso seco de folhas (mg) em plantas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] submetidas a três níveis de adubação fosfatada durante sete meses de avaliação em área de Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Adubação fosfatada (kg de $P_2O_5$ /ha/ano)	Avaliações (meses)						
	fev/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15
0	307Ab	526Aa	450Aa	409Ab	600Aa	576Aa	619Aa
50	374Aa	357Ab	295Ab	302Ab	332Bb	287Bb	496Ba
100	308Aa	382Aa	308Aa	328Aa	300Ba	324Ba	353Ba

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CV (%) = 31,53

Apesar do elevado teor natural de P no solo, no tratamento sem adição de P, as plantas se encontravam com deficiência de P e, por isso, comportaram-se com mais eficiência no uso do P disponível, aumentando o tempo de vida de folha e, conseqüentemente, o maior número de folha por ramo secundário. De acordo com Hidaka & Kitayama (2011), as plantas em solos com deficiência de P reduzem a demanda deste nutriente por meio da redução da concentração de P metabólico e P estrutural do ácido nucleico, sendo uma estratégia de tolerância à limitação de P no solo. Isso justifica os baixos PSF quando houve adição de P, propiciando às plantas uma maior regeneração de folha, sobretudo nos meses em que havia disponibilidade hídrica. Costa et al. (2006) avaliaram o efeito de diferentes níveis de umidade e de doses de fósforo sobre o fluxo difusivo deste elemento em amostras de solos. Eles concluíram que o fluxo difusivo do fósforo sofreu influência da umidade do solo, sendo os

maiores níveis os mais eficientes. Além disso, as doses de fósforo mais elevadas promoveram maiores valores de fluxo difusivo no solo. De acordo com Shubhra et al. (2004), a disponibilidade de fósforo afeta diretamente a ativação de algumas enzimas do ciclo de Calvin-Benson da fotossíntese, tais como a Ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase, conhecida como Rubisco. Além disso, o fósforo está diretamente ligado à transferência de energia por meio do ATP, propiciando a fixação de CO<sub>2</sub>, que pode resultar no maior peso seco de folha em decorrência da maior taxa fotossintética. Dessa forma, aparentemente condicionou-se uma oportunidade de aquisição de nutrientes o que levou as plantas a realizarem baixo investimento em massa seca por área (Wright et al., 2004; Donovan et al., 2011).

Houve efeito significativo (P<0,05) da interação entre os níveis de adubação fosfatada e os meses de avaliação (Tabela 3) para o número de folhas por ramo secundário. A quantidade de folhas por ramo secundário nas plantas que não receberam adubo foi relativamente constante ao longo das avaliações, excetuando-se o mês de dezembro de 2014, no qual diminuiu (Tabela 3).

No nível de 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano a quantidade de folhas por ramos principais diminuiu nos meses de outubro de 2014 e fevereiro de 2015. Quando foi aplicado 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano, as plantas apresentaram maior quantidade de folhas por ramos secundários nos meses de abril e agosto de 2014 e a menor quantidade de folhas em março e junho de 2014 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Número de folhas por ramo secundário em plantas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] submetidas a três níveis de adubação fosfatada durante oito meses de avaliação em área de Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Adubação fosfatada (kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/ano)	Avaliações (meses)							
	fev/14	mar/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15
0	12Aa	13Aa	10Aa	11Aa	12Aa	14Aa	9Ab	14Aa
50	10Aa	9Aa	11Aa	8Aa	10Aa	6Bb	11Aa	6Bb
100	9Aab	0Bb	13Aa	0Bb	15Aa	5Bab	10Aab	5Bab

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CV (%) = 49,19

A perda total de folhas nos meses de março e junho não era esperada, pelo fato de o Feijão-bravo ser uma espécie perenifólia (Lopes et al., 2009). No entanto, isso pode ser explicado pela maior disponibilidade de P (100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano) devido a uma maior



precipitação naquele momento (março = 160 mm e junho = 110 mm). Portanto, parece ter havido uma contribuição para que ocorresse um maior *turnover* de folhas no período chuvoso, resultando num comportamento de estratégia aquisitiva. Em condições favoráveis, as plantas produzem folhas com tempo de vida curta, alta concentração de nutrientes, alta taxa fotossintética, alta taxa de respiração e baixo investimento em massa seca por área (Wright et al., 2004; Donovan et al., 2011).

Houve efeito significativo da adubação fosfatada ( $P < 0,05$ ) no índice SPAD. O índice SPAD foi menor na adubação de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha/ano (Tabela 4). Rao & Terry (1989) relatam que, mesmo com deficiência na concentração de P nas plantas, a concentração de clorofila tende a aumentar.

**Tabela 4.** Índice SPAD em folhas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] submetidas a três níveis de adubação fosfatada em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Adubação fosfatada (kg de $P_2O_5$ /ha/ano)	SPAD
0	43,6a
50	41,1b
100	44,9a
CV (%)	12,14

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da adubação fosfatada sobre a área, comprimento, largura e perímetro de folha, área foliar específica, altura de planta, diâmetros de copa e do caule, número de ramos principais, floração e frutificação. Com exceção da altura de planta, diâmetros de copa e diâmetros de caule, as demais características citadas foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) pelos períodos de avaliação (Tabela 5).

A área, o comprimento e o perímetro de folha foram maiores no mês de fevereiro de 2015 em relação aos meses anteriormente avaliados (Tabela 5). A largura da folha tendeu a diminuir após o mês de fevereiro de 2014, voltando a aumentar a partir de dezembro de 2014 (Tabela 5). Assim, o comportamento das folhas do Feijão-bravo foi aumentar em comprimento à medida que diminuía em largura. A maioria das variáveis morfológicas não apresentou variação em resposta aos níveis aplicados de adubação fosfatada ao longo das avaliações, de maneira que as modificações observadas tiveram como causa mais aparente a oscilação na temperatura média mensal aliada à precipitação pluviométrica.

**Tabela 5.** Área, comprimento, largura e perímetro foliar, número de ramos principais, teor relativo de água e dano de membrana em folhas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] ao longo de oito meses de avaliação em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Variáveis*	Avaliações (meses)								CV (%)
	fev/14	mar/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15	
AF (cm <sup>2</sup> )	17,50b	16,25b	20,22b	17,82b	21,20ab	18,29b	21,48ab	30,38a	33,32
COMP (cm)	5,61b	5,30b	6,67ab	6,22ab	6,59ab	6,29ab	6,83ab	8,10a	15,74
LAR (cm)	4,71a	4,62ab	4,14b	3,82b	4,32ab	3,86b	4,42ab	5,49a	17,41
PER (cm)	27,69ab	23,00b	21,99b	21,47b	23,20ab	19,58b	24,66ab	44,44a	20,50
NR	4a	3ab	4a	3ab	2b	2b	2b	2b	58,13
TRA (%)	87a	-**	90a	84a	82ab	72b	78b	72b	11,34
DM (%)	-**	-**	34b	58ab	79a	73a	42ab	30b	18,03

\*AF = Área de Folha; COMP = Comprimento de Folha; LAR = Largura de Folha; PER = Perímetro de Folha; NR = número de ramos principais; TRA = Teor Relativo de Água; DM = Dano em Membrana.

\*\*Não houve análise.

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo (Monteiro et al., 2005), a folha, um órgão primário de síntese, apresenta maior plasticidade e responde mais estruturalmente às variações impostas pelo meio. As dimensões lineares de folhas modificaram-se no sentido de constituírem folhas de área mais ampla, sobretudo, por meio da expansão em comprimento da folha. Como não houve efeito significativo da adubação fosfatada sobre as variáveis de dimensão da folha, é possível que os níveis de fósforo presentes no solo, independente dos tratamentos, foram suficientes para manter a expansão da folha. A expansão foliar está fortemente relacionada com a expansão das células epidérmicas, e esse processo pode ser prejudicado em plantas com deficiência de fósforo, por causa de uma diminuição na condutividade hidráulica na raiz que está relacionado a uma diminuição da expressão dos genes que codificam aquaporinas (Clarkson et al., 2000).

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da adubação fosfatada para o teor relativo de água (TRA) e dano à membrana. Por outro lado, essas variáveis sofreram influência ( $P < 0,05$ ) dos meses de avaliação. Nesse sentido, o TRA nas folhas tendeu a diminuir entre a primeira e a última avaliação, com valores mais elevados nos meses de fevereiro, abril e junho de 2014. O dano de membrana foi minimizado nos meses de abril de 2014 e fevereiro de 2015 e foi maior nos meses de agosto e outubro de 2014 (Tabela 5).

As modificações no TRA nas folhas ocorreram de acordo com a frequência e o volume de água pluvial. Desse modo, o TRA reduziu quando a chuva se tornou escassa, fato que aconteceu a partir do mês de outubro de 2014 com a redução na frequência de chuvas. Já o

dano de membrana pareceu estar relacionado ao volume de chuvas, indicando que, com volumes acima de 90 mm, as folhas sofreram menos danos em suas membranas. O déficit de água nos tecidos, causado pela excessiva demanda evaporativa ou pelo suprimento de água limitado no solo, afeta todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento dos vegetais (Krieg, 1993). Ao que parece a sazonalidade das chuvas afetou o TRA, indicando que, quando foi menor, as plantas se encontravam em deficiência hídrica. Comportamento semelhante foi obtido por Souza & Amorim (2009) ao avaliarem plantas de *Physalis angulata* Lineu e observarem que o déficit hídrico resultou na diminuição do teor relativo de água nas folhas.

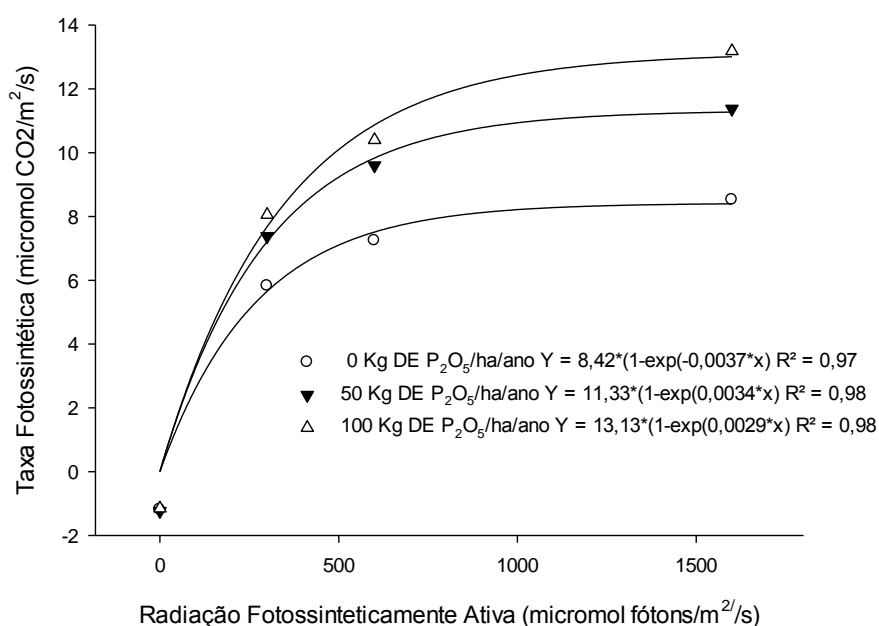
Em relação à fenologia do Feijão-bravo, houve florescimento nos meses de dezembro de 2014 e frutificação em fevereiro de 2014 e 2015. Comportamento semelhante foi percebido no trabalho realizado por Lopes et al. (2009), que observaram o florescimento e a frutificação anual desta espécie em área de Caatinga ocorrentes nos meses de janeiro a março e fevereiro a abril, respectivamente. Resultado análogo foi obtido por Fabricante et al. (2009), ao examinarem as manifestações fenológicas em indivíduos de Feijão-bravo no cariri paraibano. Eles observaram que o primeiro semestre é o período de maior intensidade das manifestações fenológicas e que a emissão de flores é um evento demorado, podendo levar de 2 a 3 meses, enquanto que a frutificação se inicia em fevereiro e dura, em média, dois meses.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) da adubação fosfatada sobre a fotossíntese líquida, condutância estomática, taxa de transpiração e concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular. Este fato pode estar ligado ao nível de radiação aplicada no momento da avaliação ( $1200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) que favoreceram para taxas fotossintéticas equivalentes nos distintos níveis de adubação fosfatada. A fotossíntese líquida foi influenciada significativamente ( $P < 0,05$ ) apenas pelas avaliações, a qual apresentou maior média no mês de junho de 2014 ( $13,10 \mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) quando comparada a fevereiro de 2015 ( $5,70 \mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ). A grande variação ambiental observada entre as duas avaliações foi de que no mês de junho os dois meses anteriores apresentaram pluviometria acumulada acima de 70 mm e temperatura média em torno de  $24^\circ\text{C}$  e máxima de  $25^\circ\text{C}$ , ao passo que, em fevereiro de 2015, os dois meses anteriores não tiveram chuvas acima de 30 mm e  $T_{\text{méd.}}$  de  $28^\circ\text{C}$ . Segundo Larcher (2000), a capacidade fotossintética é uma característica intrínseca de cada espécie vegetal, sendo que as trocas gasosas mudam durante o ciclo do desenvolvimento do indivíduo e dependem do curso anual e até mesmo do curso diário das flutuações ambientais (luz, temperatura, etc.) em torno do vegetal. De acordo com Hnatiuk (1980), o Feijão-bravo apresenta rota fotossintética do tipo C3. Em adição a isso, não se sabe como as folhas mantêm-se com o metabolismo

fotossintético C3 sob condição de clima semiárido (Santos et al., 2014), embora eles tenham encontrado dados que sugerem que o Feijão-bravo tenha suportado alta troca gasosa com elevada eficiência no uso de água no período seco, numa área em Serra Talhada - PE.

Os dados da fotossíntese líquida em função de níveis crescentes de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) se ajustaram significativamente ( $P < 0,05$ ) a um modelo exponencial ( $y = a(1 - e^{-bx})$ ). Foi verificado também que quanto maior o nível de RFA e maior a adubação fosfatada, maior foi também a resposta fotossintética (Figura 5).

Esse resultado indica, portanto, adaptação a ambientes com elevada radiação fotossinteticamente ativa e que o P adicionado contribuiu para maior taxa fotossintética, possivelmente devido à influência do P na cadeia transportadora de elétrons para produção de ATP na fotossíntese.



**Figura 5.** Fotossíntese líquida em folhas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] em função de diferentes intensidades de Radiação Fotossinteticamente Ativa em três níveis de adubação fosfatada, em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE.

O sucesso na adaptação de uma espécie em diferentes condições de radiação está relacionado à eficácia e rapidez com que os padrões de alocação de biomassa e comportamento fisiológico são ajustados (Lima Junior et al., 2005). Yang & Hui (2009) verificaram em *Glycyrrhiza uralensis* que a adição de fósforo estimulou a fotossíntese e ponto de saturação luminosa sob condições hídricas limitantes.

### 3.2 Efeitos da oferta de forragem

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação ofertas de forragem e avaliações para a largura de folha (Tabela 6). Na oferta de forragem de 2,0 kg de MS/kg de PV, as folhas tiveram menor largura nos meses de abril, junho e agosto de 2014 em relação aos demais meses avaliados. Já na oferta de 2,5 kg de MS/kg de PV a maior largura foi encontrada no mês de fevereiro de 2015 quando comparado aos demais meses. Na oferta de 3,0 kg de MS/kg de PV a largura de folha não foi influenciada pelos meses de avaliação e se manteve constante ao longo do ano. Na maior oferta de forragem, folhas mais estreita ocorreram nos meses de junho e agosto de 2014 em comparação aos demais meses estudados (Tabela 6).

Quanto ao efeito das ofertas de forragem em cada mês de avaliação, verificou-se efeito quadrático apenas no mês de junho de 2014 (Tabela 6). Assim, folhas mais largas foram encontradas entre as ofertas de 2,5 a 3,0 kg de MS/kg de PV. Ressalta-se mais uma vez que neste mês havia influência do pastejo.

**Tabela 6.** Largura de folhas (cm) de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] ao longo de oito avaliações em Caatinga manejada com diferentes ofertas de forragem, Serra Talhada - PE

Ofertas de forragem (kg de MS/kg de PV)	Avaliação (meses)							
	fev/14	mar/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15
2,0	4,65ab	5,19a	4,03b	3,65b	4,44b	5,56a	5,33a	5,96a
2,5	5,11b	5,14b	5,24b	4,55b	5,28b	5,81ab	4,99b	7,23a
3,0	5,28a	4,63a	5,70a	4,74a	5,63a	5,62a	5,24a	5,71a
3,5	4,85a	4,98a	4,43a	4,24b	4,18b	4,56a	4,56a	5,34a
Efeito Linear (p)	0,2400	0,5400	0,3400	0,0060	0,8000	0,0800	0,4000	0,5500
Efeito Quadrático (p)	0,1000	0,6200	0,1100	0,0040	0,1600	0,0900	0,7000	0,5200

\*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Jun/14:  $Y = 8,09x - 6,93$ ;  $Y = -1,4x^2 + 8,09x - 6,93$

R<sup>2</sup>: Fev/14 = 0,98; Mar/14 = 0,55; Abr/14: 0,97; Jun/14 = 0,99; Ago/14 = 0,94; Out/14 = 0,99; Dez/14 = 0,68; Fev/15 = 0,62

CV (%): LAR = 10,33

A largura de folha foi modificada ao longo das avaliações no sentido de aumentar na segunda avaliação após o pastejo, em todas as ofertas de forragem. Perdurando este aumento nos dois meses avaliados em sequência, relacionado ao aumento da temperatura nestes meses. No mês de junho de 2014, final da estação de pastejo, folhas com maior largura foram percebidas entre as ofertas de forragem de 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV. Possivelmente, entre

estas ofertas a resposta ao processo de desfolha pelo pastejo foi a de aumentar o tamanho da folha por meio da expansão em largura. Diferentes intensidades de pastejo podem modificar a arquitetura do dossel e aumentar a interceptação luminosa por unidade de área foliar (Mello & Pedreira, 2004).

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação ofertas de forragem e avaliações para a área de folha (Tabela 7). Na menor oferta de forragem a área de folha aumentou ao longo das avaliações e apresentou médias significativamente superiores nas três últimas avaliações. Na oferta de 2,5 kg de MS/kg de PV a área foliar foi significativamente superior na última avaliação. Na oferta de forragem 3,0 kg de MS/kg de PV, a área foliar foi menor apenas no mês de março de 2014. Na maior oferta de forragem não houve diferença significativa na área foliar ao longo das avaliações.

Quanto ao efeito das ofertas de forragem em cada mês de avaliação para a área de folha, houve efeito linear e quadrático apenas nos meses de junho e outubro de 2014 (Tabela 7). Desta forma, folhas com maior área foram encontradas entre as ofertas de 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV.

**Tabela 7.** Área de folha ( $\text{cm}^2$ ) em plantas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] submetidas a diferentes ofertas de forragem ao longo de oito avaliações em Caatinga, Serra Talhada - PE

Ofertas de forragem (kg de MS/kg de PV)	Avaliação (meses)							
	fev/14	mar/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15
2,0	18,9b	21,8b	18,7b	15,6b	22,9b	33,8a	34,5a	33,0a
2,5	21,7b	20,6b	27,4b	23,7b	32,5b	38,5ab	26,6b	49,8a
3,0	23,4a	17,5b	33,7a	25,0a	34,6a	35,6a	28,1a	31,3a
3,5	17,9a	17,6a	23,4a	19,7a	20,3a	24,9a	22,8a	27,4a
Efeito Linear (p)	0,8600	0,2000	0,3900	0,0100	0,6400	0,004	0,2900	0,6000
Efeito Quadrático (p)	0,2000	0,6700	0,2000	0,0400	0,1000	0,003	0,7800	0,5200

\*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Jun/14:  $Y = 76,4x - 83,6$ ;  $Y = -13,4x^2 + 76,4x - 83,6$ ; Out/14:  $Y = 78,8x - 62,2$ ;  $Y = -15,4x^2 + 78,8x - 62,2$

$R^2$ : Fev/14 = 0,90; Mar/14 = 0,90; Abr/14: 0,92; Jun/14 = 0,99; Ago/14 = 0,97; Out/14 = 0,99; Dez/14 = 0,82; Fev/15 = 0,58

CV (%): AF = 21,22

A área de folha aumentou durante as avaliações em consequência das outras medidas de dimensão de folha. A área de folha foi maior da segunda avaliação em diante após o pastejo, no tratamento de oferta de forragem de 2,0 kg de MS/kg de PV mesmo com baixa precipitação pluviométrica observada nestes meses.

Na oferta de 2,5 kg de MS/kg de PV, o aumento da área foliar só ocorreu no mês de fevereiro de 2015, mesmo tendo ocorrido precipitação pluviométrica superior a 80. Nas

ofertas de 3,0 e 3,5 kg de MS/kg de PV, a área de folha praticamente manteve-se constante ao longo dos períodos avaliados, indicando que nestas condições, a ação do pastejo promoveu pouca influência sobre esta variável.

No mês de junho e outubro de 2014, folhas maiores foram encontradas nas ofertas de forragem entre 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV. Certamente, entre estas ofertas a resposta ao processo de desfolha pelo pastejo foi a de aumentar o tamanho da área de folha. Desta forma, as plantas nestas condições revelaram-se mais competitivas, pois de acordo com Dias-Filho (2006) plantas com capacidade de restabelecer rapidamente o dossel por meio de rebrotação para substituir as folhas danificadas pelo pastejo são àquelas que respondem ao processo de desfolha.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação ofertas de forragem e avaliações para o peso seco de folha (Tabela 8). Nas ofertas de 2,0 e 2,5 kg de MS/kg de PV, de maneira geral, as folhas foram mais pesadas nos três últimos meses de avaliação. Na oferta de 3,0 kg de MS/kg de PV, as folhas foram mais pesadas nos meses de abril, outubro e dezembro de 2014. Na maior oferta de forragem o peso das folhas foi maior no mês de junho comparado a agosto de 2014.

**Tabela 8.** Peso seco de folha (mg) em plantas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] submetidas a diferentes níveis de oferta de forragem durante sete avaliações em Caatinga, Serra Talhada - PE

Oferta de forragem (kg de MS/kg de PV)	Avaliações (meses)						
	fev/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15
2,0	356b	387b	368b	377b	689a	600a	590a
2,5	469b	573b	496b	445b	665ab	664ab	873a
3,0	457b	651a	403b	524ab	693a	612a	564ab
3,5	364ab	461ab	533a	290b	386ab	428ab	452ab
Efeito Linear (p)	0,8300	0,3100	0,5300	0,6700	0,6700	0,0200	0,5300
Efeito Quadrático (p)	0,0600	0,1200	0,9900	0,2800	0,2800	0,0200	0,4600

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dez/14:  $Y = 1,25x - 0,91$ ;  $Y = -0,25x^2 + 1,25x - 0,91$

R<sup>2</sup>: Fev/14 = 0,99; Abr/14: 0,97; Jun/14 = 0,45; Ago/14 = 0,82; Out/14 = 0,89; Dez/14 = 0,99; Fev/15 = 0,68

CV (%): PSF = 20,44

Quanto ao efeito das ofertas de forragem em cada mês de avaliação, houve efeito linear e quadrático apenas no mês de dezembro de 2014 sobre o peso seco de folha (Tabela 5). Folhas com maior peso seco foram encontradas entre as ofertas de forragem de 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV. Assim, em longo prazo esses níveis de oferta de forragem promoveram

modificações no padrão de peso seco de folha, sugerindo que a produção de fotoassimilados foi investida na produção de folhas com maior massa seca.

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) das ofertas de forragem sobre o comprimento e perímetro de folha, área foliar específica, altura de planta, diâmetros de caule, número de ramos principais e número de folhas por ramo secundário. Em relação aos meses de avaliação, houve efeito significativo ( $P<0,05$ ) sobre todas estas características, exceto a altura de planta e o número de folhas por ramo secundário (Tabela 9).

Nos meses de fevereiro, março e junho de 2014 o comprimento das folhas foi menor do que nos demais meses, nos quais se manteve constante (Tabela 9). Vale registrar que, após a estação de pastejo – ocorrido entre abril e junho de 2014 – as folhas apresentaram menor comprimento. O perímetro de folha foi maior no mês de fevereiro de 2015 comparado ao período de março a outubro de 2014 (Tabela 9).

**Tabela 9.** Comprimento e perímetro de folhas, área foliar específica, diâmetros do caule na altura da base e na altura do peito e número de ramos principais em plantas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] ao longo de oito avaliações em Caatinga sob pastejo, Serra Talhada - PE

Variáveis*	Avaliação (meses)								CV (%)
	fev/14	mar/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15	
COMP (cm)	5,79b	5,53b	7,25a	6,39b	7,31a	8,07a	7,54a	8,19a	10,38
PER (cm)	28,31ab	22,58b	24,34b	22,74b	25,39b	26,83b	28,27ab	44,53a	13,35
AFE (cm <sup>2</sup> /g)	50,70ab	-**	50,03ab	47,49b	67,79a	59,65ab	49,35b	57,33ab	20,45
DAB (cm)	1,75b	2,06b	2,11b	2,48ab	2,36ab	2,61a	2,97a	2,77a	18,27
DAP (cm)	0,85b	1,08ab	1,06ab	1,11ab	1,21ab	1,45a	1,43a	1,53a	15,87
NR	2b	1b	2a	2b	3a	1b	2b	2b	52,11
TRA (%)	90a	-**	92a	92a	83ab	72b	82ab	77b	7,57
DM (%)	-**	-**	36b	55ab	81a	74a	43b	36b	20,11

\*COMP = Comprimento de Folha; PER = Perímetro de Folha; AFE = Área Foliar Específica; DAB = Diâmetro do Caule na Altura da Base; DAP = Diâmetro do Caule na Altura do Peito; NR = Número de Ramos Principais; TRA = Teor Relativo de Água; DM = Dano em Membrana.

\*\*Não houve análise.

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve aumento em comprimento das folhas após estação de pastejo (Tabela 9). Assim, a desfolha, independente da pressão de pastejo, ocasionou modificação no padrão de comprimento da folha, revelando que folhas com maior comprimentos foram obtidas no mês de agosto em diante.



A área foliar específica foi maior no mês de agosto de 2014 quando comparado a junho e dezembro do mesmo ano (Tabela 9). Nos demais meses de avaliação a área foliar específica não foi diferente destes meses (Tabela 9). A área foliar específica foi elevada logo após a estação de pastejo. Nesse mês, a precipitação pluviométrica ficou abaixo de 20 mm, porém com possível influência dos meses anteriores que apresentaram elevada precipitação (acima de 80 mm), fator que contribuiu para que as folhas emitidas após o pastejo apresentassem maior área foliar específica.

Desta forma, a ação do pastejo pode ter contribuído para que ocorresse um *trade-off* entre rápida produção de biomassa e eficiente conservação de nutrientes, conforme relatado por Pooter & Garnier (1999). Este aumento pode ser justificado como sendo o mecanismo de resposta das plantas à desfolha, visando ao restabelecimento da capacidade de ganho de carbono, resultando, dentre outras variações, no aumento da área foliar específica, que corresponde a um maior ganho de área foliar para um determinado investimento em biomassa (Meyer, 1998).

O diâmetro do caule na altura da base foi constante nas três primeiras avaliações e aumentou nas três últimas avaliações (Tabela 9). O diâmetro do caule na altura do peito apresentou menor valor no mês de fevereiro de 2014 em relação às três últimas avaliações (Tabela 9). Estes resultados indicam que mesmo após a estação de pastejo houve uma tendência de engrossamento do caule.

O número de ramos principais foi maior nos meses de abril e agosto em relação a março, junho e outubro de 2014 e fevereiro de 2015 (Tabela 9). A variação no número de ramos principais sugere que as brotações e o tombamento destes ramos são dinâmicos, notadamente nos meses de maior incidência de chuvas.

O teor relativo de água e o dano à membrana não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelas ofertas de forragem, mas sofreram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos meses de avaliação (Tabela 9). O teor relativo de água, de maneira geral, diminuiu ao longo das avaliações (Tabela 9). Nos meses avaliados após o pastejo (a partir de agosto de 2014) as folhas emitidas apresentaram valores menores de teor relativo de água em concordância com o período de escassez de chuvas. Mesmo com a ocorrência de chuvas (novembro de 2014 e fevereiro de 2015), as folhas não apresentaram aumento no teor relativo de água. Ressalta-se que as chuvas de janeiro de 2015 foram menores do que em janeiro de 2014 e que as chuvas de novembro possivelmente, em virtude do período seco, não foi suficiente para repor a água no solo em níveis que pudessem promover aumento no teor relativo de água.

O dano de membrana oscilou ao longo das avaliações, sendo que nos meses de agosto e outubro de 2014 houve maior dano nas membranas, coincidindo com o período de escassez hídrica. Os menores danos nas membranas ocorreram nos meses de abril e dezembro de 2014, e fevereiro de 2015 (Tabela 9), momentos em que houve considerável precipitação pluviométrica. O dano de membrana foi maior nas duas avaliações logo após o pastejo, momento em que houve menor precipitação pluviométrica. A ação do pastejo parece não ter influenciado esta característica, pois ela sofreu alterações de acordo com a ocorrência de chuvas, pois foi verificado menor dano de membrana nos meses de maior disponibilidade de água para as plantas.

Foi verificado frutificação apenas nos meses de fevereiro de 2014 e 2015, indicando que a floração deve ter ocorrido entre os meses de dezembro e janeiro. De acordo com Maia-Silva (2012), a floração nesta espécie de planta ocorre no período seco. Para Pinto et al. (2006), as espécies forrageiras da Caatinga apresentam oscilações periódicas de crescimento e floração, havendo, entretanto, muita dúvida nos fatores que afetam essa periodicidade.

As ofertas de forragem não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a fotossíntese líquida, condutância estomática e concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular. Estas características sofreram influência ( $P < 0,05$ ) dos meses de avaliação. A fotossíntese líquida e a condutância estomática nas folhas foram mais elevadas no mês de junho de 2014 do que no mês de fevereiro de 2015 (13,06 vs 6,18  $\mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ , respectivamente; e 0,282 vs 0,068, mol de  $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ , nesta ordem). Resultado semelhante foi observado por Santos et al. (2014) que obtiveram taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  e condutância estomática em plantas de *Cynophalla flexuosa* no período chuvoso (12  $\mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  e 0,04 mol de  $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ ) e seco (5  $\mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  e 0,02 mol de  $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ ) ao numa área de Caatinga do município de Serra Talhada – PE.

A concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular foi significativamente superior no mês de junho de 2014 em relação ao mês de fevereiro de 2015, com médias de 284 e 212  $\mu\text{mol de CO}_2/\text{mol de ar}$ , respectivamente. Este comportamento esteve relacionado ao estresse sofrido pelas folhas ocasionando fechamento estomático, sobretudo no último mês avaliado. O mecanismo de fechamento estomático, em condições de temperatura ambiental elevada, constitui-se uma estratégia utilizada por muitas espécies que habitam regiões áridas e semiáridas, para evitar a perda excessiva de água através da transpiração (Silva et al., 2004). Diversos fatores externos influenciam a transpiração na medida em que alteram a diferença de pressão de vapor entre a superfície da planta e o ar que a envolve, portanto, a transpiração intensifica-se com a diminuição da umidade relativa e com o aumento da temperatura do ar (Larcher, 2000).

#### 4. CONCLUSÕES

Plantas de Feijão-bravo se caracterizaram por maior número de folhas e maior peso seco de folhas ao longo das avaliações quando não adubadas com fósforo.

O Feijão-bravo não apresentou saturação luminosa até o nível de 1600  $\mu\text{mol}$  de fótons/ $\text{m}^2/\text{s}$ . Maior fotossíntese líquida foi obtida até 100 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}/\text{ano}$ .

Folhas de Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl] mais largas, de maior tamanho e com maior peso seco foram observadas nas ofertas de forragem entre 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV.

As ofertas de forragem não influenciaram as características fisiológicas estudadas nesta espécie estudada.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, J.X. de; ANDRADE, A.P. de; LACERDA, A.V. de; et al. Crescimento e bromatologia do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) em área de Caatinga no Curimataú paraibano, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 488-494, 2011.
- ALVAREZ, I.A.; OLIVEIRA, U.R.; MATIOS, P.P. de; et al. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Dados eletrônicos - **Embrapa Florestas**, 2012.
- BARBONI, D.; HARRISON, S.P.; BARTLEIN, P.J.; et al. Relationships between plant traits and climate in the Mediterranean region: a pollen data analysis. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, p.635–646. 2004.
- BARRS, H.D.; WEATHERLEY, P.E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 15, p. 413-428, 1962.
- CALIXTO JÚNIOR, J.T.; DRUMOND, M.A. Estrutura fitossociológica de um fragmento de caatinga sensu stricto 30 anos após corte raso, petrolina-pe, brasil. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 67-74, 2011.
- CLARKSON, D.T.; CARVAJAL, M.; HENZLER, T.; et al. Root hydraulic conductance: diurnal aquaporin expression and the effects of nutrient stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 342, pp. 61 – 70, 2000.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Serra Talhada, estado de Pernambuco**. Recife - PE, 2005. p. 32.
- COSTA, J.P.V. da; BARROS, N.F. de; ALBUQUERQUE, A.W. de; et al. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 10, n. 4, p. 828–835, 2006.
- 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**. v. 20, n. 3, p. 9-17. 2013.

- DIAS-FILHO, M.B. **Competição e sucessão vegetal em pastagens**. Embrapa Amazônia Oriental, 2006.
- DÍAZ, S.; LAVOREL, S.; McINTYRE, S.; ALCZUK, V.; et al. Plant trait responses to grazing - a global synthesis. **Global Change Biology**, v. 13, p.313–341. 2006.
- DONOVAN, L.A.; H. MAHERALI; C.M. CARUSO; et al. The evolution of the worldwide leaf economics spectrum. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, pp. 88-95, 2011.
- FABRICANTE, J.R.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, L.S.B. Fenologia de *Capparis flexuosa* L. (Capparaceae) no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 13 3-13 9, 2009.
- FERRAZ, A.P.F. **Caracterização da pastagem e propriedades físico-hídricas do solo em Caatinga sob pastejo**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2014.
- FRANK, A.S.K.; DICKMAN, C.R.; WARDLE, G.M.; GREENVILLE, A.C. Interactions of Grazing History, Cattle Removal and Time since Rain Drive Divergent Short-Term Responses by Desert Biota. PLoS ONE, n. 8, v. 7, 13p., 2013.
- HIDAKA, A.; KITAYAMA, K. Allocation of foliar phosphorus fractions and leaf traits of tropical tree species in response to decreased soil phosphorus availability on Mount Kinabalu, Borneo. **Journal of Ecology**, v. 99, pp. 849–857, 2011.
- HNATIUK, R.J. C<sub>4</sub> photosynthesis in the vegetation of Aldabra Atoll. **Oecologia**, v. 44, n. 3, pp. 327-334, 1980.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área Territorial Oficial, 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 ago 2015.
- IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3. ed. In: CAVALCANTI, F.J.A. (Coord.). – Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 2008. 212p.
- KRIEG, D. R. 1993. Stress tolerance mechanisms in above ground organs. In: **Proceedings of the Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stress**. Nebraska: INTSORMIL, p. 65-79.
- LALIBERTÉ, E.; SHIPLEY, B.; NORTON, D.A.; et al. Which plant traits determine abundance under long-term shifts in soil resource availability and grazing intensity? **Journal of Ecology**, v. 100, p.662–677. 2012.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, São Paulo. Editora Rima, 531pp. 2000.
- LIENIN, P.; KLEYER, M. Plant leaf economics and reproductive investment are responsive to gradients of land use intensity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 145, pp. 67–76. 2011.
- LIMA JUNIOR, E. de C.; ALVARENGA, A.A. de; CASTRO, E.M. de; VIEIRA, C.V. e OLIVEIRA, H.M. de. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p.1092-1097. 2005.
- LIRA, R.B. de; DIAS, N. da S.; ALVES, S.M.C.; et al. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 18-24, 2012.
- LITTELL, R.C.; HENRY, P.R. E AMMERMAN, C.B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal Animal Science**, v. 76, p. 1216–1231. 1998.
- LOPES, W.B.; SILVA, M.A. da; ANDRADE, L.A. de. Caracterização de uma população de plantas de feijão bravo (*Capparis flexuosa* L.) No cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 125-131, 2009.

- MAIA-SILVA, C.; SILVA, C.I.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R.T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga**. Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza, CE. 2012.
- MASCHINSKI, J.; WHITHAM, T.G. The continuum of plant responses to herbivory: the influence of plant association, nutrient availability, and timing. **American Naturalist**, 134:1–19. 1989.
- MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 282-289, 2004.
- MEYER, G.A. Mechanisms promoting recovery from defoliation in goldenrod (*Solidago altissima*). **Canadian Journal of Botany**, v. 76, p. 450-459, 1998.
- MINOLTA CAMERA Co. Ltda **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments divisions, 1989. 22 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012/Serviço Florestal Brasileiro**. – Brasília: SFB, 188 p. 2013.
- MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L.; et al. Tannins: from chemistry to ecology. **Química Nova**, v. 28, pp. 892–896, 2005.
- MOREIRA, J.N.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M.V.F. dos; et al. Consumo e desempenho de vacas guzerá e girolando na caatinga do sertão pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p.13-21, 2007.
- OLIVEIRA, T.M.M.; SALVIANO, A.M.; MORAES, M.J.A. de.; et al. Disponibilidade de cádmio em diferentes solos do rio grande do norte. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5 (Número Especial), p. 57-63, 2008.
- PARENTE, H.N.; PARENTE, M.O.M. Impacto do pastejo no ecossistema caatinga. **Arquivo Ciência Veterinária e Zoologia da UNIPAR**, v. 13, n. 2, p. 115-120. 2010.
- PINTO, M. S. C.; CAVALCANTE, M. A. B.; ANDRADE, M. V. M. Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas. **Revista Electrónica Veterinária**, v. 07, n. 04, 2006.
- POORTER, H.; GARNIER, E. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. In.: **Handbook of functional Plant Ecology**, pp. 81-120. Marcel Dekker, Inc., New York. 1999.
- QUEIROZ, M.A. de. Recursos Genéticos Vegetais da Caatinga para o Desenvolvimento do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 6, p.1135-1150, 2011.
- RAO, I.M.; TERRY, N. Leaf phosphate status, photosynthesis, and carbon partitioning in sugar beet. I. Changes in growth, gas exchange, and Calvin cycle enzymes. **Plant Physiology**, v. 90, p. 814–819. 1989.
- SANTOS, J.C.B.; SOUZA JÚNIOR, V.S. de; CORRÊA, M.M; et al. Caracterização de neossolos regolíticos da região semiárida do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, pp. 683-696, 2012.
- SANTOS, M.G.; OLIVEIRA, M.T.; FIGUEIREDO, K.V.; et al. Caatinga, the Brazilian dry tropical forest: can it tolerate climate changes? **The Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, pp. 83–99, 2014.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEX, J.C.B. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.
- SAS INSTITUTE INC., **SAS/STAT User's Guide**, Version 8, Cary, 1464p., 1999.
- SHANAHAN, J.F.; EDWARDS, I.B.; QUICK, J.S.; FENWICK, R.J. Membrane thermostability and heat tolerance of spring wheat. **Crop Science**, v. 30, p. 247-251, 1990.

- SHUBHRA; DAYAL, J.; GOSWAMI, C.L.; et al. Influence of phosphorus application on water relations, biochemical parameters and gum content in cluster bean under water deficit. **Biologia Plantarum**, v. 48, p. 445-448, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p. 2006.
- SILVA, E.C. da; NOGUEIRA, R.J.M.C.; AZEVEDO NETO, A.D. de et al. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **IHERINGIA, Série Botânica**, v. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.
- SILVEIRA, M.M.L.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, E.V.S.B. Distribuição de fósforo em diferentes ordens de solo do Semiárido da Paraíba e de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2 p.281-291, 2006.
- SOARES, A.B.; MEZZALIRA, J.C.; BUENO, E.A. C.; et al. Efeitos de diferentes intensidades de pastejo em pastagem nativa melhorada sobre o desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p.75-83, 2006.
- SOUZA, N.K. dos R.; AMORIM, M.C. de. Crescimento e desenvolvimento de *Physalis angulata* Lineu submetida ao déficit hídrico. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 7, n. 1, p. 65-72, 2009.
- TINGTING, Z.; JUNPENG, L.; XINJUN, Z.; et al. Photosynthetic and morphological characters of *Caragana microphylla* in different slope aspects and positions. **Acta Ecologica Sinica**. v. 31, pp. 163–168. 2011.
- VANCE, C.P.; UHDE-STONE, C.; ALLAN, D.L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytol**, v.157, pp. 423–447. 2003.
- YANG, L.; HUI, H.J. Photosynthetic physiological responses of *Glycyrrhiza uralensis* under different water and nutrient supplies in Kubuqi Desert, China. **Journal of Plant Ecology**, v. 33 n. 6, p.1112-1124, 2009.
- WRIGHT, I.J.; REICH, P.B.; WESTOBY, M.; et al. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 498, pp. 821-827, 2004.

### **CAPÍTULO 3**

**ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS EM PLANTAS DE MORORÓ [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud] SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA E OFERTAS DE FORRAGEM NA CAATINGA**

## RESUMO

Objetivou-se estudar os efeitos da adubação fosfatada e da oferta de forragem sobre aspectos morfofisiológicos de plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud] em Caatinga manipulada. A pesquisa foi realizada na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, numa área de Caatinga enriquecida com Mororó, capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy) e capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Foram realizados dois experimentos ao longo de um ano, de 2014 a 2015. No primeiro experimento foi avaliado o efeito da adubação fosfatada (0, 50 e 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano) sobre características morfológicas (área foliar específica, área, comprimento, largura e perímetro de folha, altura da planta, diâmetros de copa, diâmetros de caule, características estruturais e fenológicas) e fisiológicas (trocas gasosas, índice SPAD, teor relativo de água, dano de membrana). Os tratamentos foram casualizado em três blocos experimentais, com quatro repetições em cada bloco. As condições mais adequadas de folhas de Mororó em relação ao maior teor relativo de água (64%) e menor dano de membrana (30%) foram obtidas no período chuvoso. Para o Mororó, a maior área foliar específica (275,7 cm<sup>2</sup>/g) foi obtida no mês de abril com o tratamento de 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano. As folhas de Mororó apresentaram saturação luminosa no nível de radiação fotossinteticamente ativa por volta de 500 μmol de fótons/m<sup>2</sup>/s. Foram obtidos maiores valores de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (2,12 μmol de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s) quanto menor foi o nível de adubo aplicado. No segundo experimento foi estudado o efeito de quatro ofertas de forragem (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 kg de MS/kg de PV) sobre as mesmas características descritas acima. O método de pastejo utilizado foi lotação contínua, com taxa de lotação variável e com duração da estação de pastejo de dois meses. Os tratamentos foram casualizado em blocos experimentais, com três repetições. Folhas de Mororó mais largas (7,62 cm), de maior tamanho (7,09 cm) e maior área (44,77 cm<sup>2</sup>) foram observadas após a estação de pastejo. O número de folhas por ramo secundário em plantas de Mororó diminui após o período de pastejo, ocorrendo a perda total de folhas no mês de outubro de 2014. A quantidade de ramos principais em plantas de Mororó foi menor (3,0) nas ofertas entre 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV nos meses que procederam a estação de pastejo (agosto e outubro de 2014). Para o Mororó o menor nível adicionado de fósforo resultou em maior investimento da planta em produção de folhas mais espessas. As ofertas de forragem não influenciaram as características fisiológicas estudadas no Mororó.



**Palavras-chave:** adubação fosfatada, curva de resposta à luz, dimensões de folha, mororó, trocas gasosas, ofertas de forragem

## ABSTRACT

The objective was to study the effects of phosphate fertilizers and forage allowance on morphophysiological aspects of plant Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud] in Caatinga manipulated. The survey was conducted at the Academic Unit of Serra Talhada, Federal Rural University of Pernambuco, a Caatinga area enriched with Mororó, capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy) and capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Two experiments were conducted over a year, from 2014 to 2015. In the first experiment, the effects of P fertilization (0, 50 and 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/year) on morphological characteristics (specific leaf area, area, length, sheet width and perimeter, plant height, crown diameter, stem diameter, structural features and phenological) and physiological (gas exchange, SPAD index, relative water content, membrane damage). The treatments were randomized into three experimental blocks with four replications in each block. The most suitable conditions Mororó sheets relative to higher relative water content (64%) and less damage of membrane (30%) were obtained in the rainy season. For Mororó, the higher specific leaf area (275.7 cm<sup>2</sup>/g) was obtained in April with the treatment of 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/year. The sheets had Mororó light saturation level of photosynthetically active radiation around 500 micromol photons/m<sup>2</sup>/s. They were obtained higher net assimilation rates of CO<sub>2</sub> (2.12 micromol CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s) and the lower the level of fertilizer applied. In the second experiment we studied the effect of four forage allowance (2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 kg DM/kg BW) on the same characteristics described above. The grazing method was continuous stocking with variable stocking rate and duration of the two-month grazing season. The treatments were randomized experimental block design with three replications. Wider Mororó sheets (7.62 cm) of larger size (7.09 cm) and larger area (44.77 cm<sup>2</sup>) were observed after the grazing season. The number of leaves per secondary branch in Mororó plants decreases after the grazing period, occurring the total loss of leaves in October 2014. The number of main branches in Mororó plants was lower (3.0) in deals between 2.5 and 3.0 kg DM/kg BW in the months that have carried out grazing season (August and October 2014). For Mororó the lowest phosphorus added level resulted in higher investment in the plant in producing thicker sheets. Forage allowance did not affect the physiological characteristics studied in Mororó.

**Keywords:** gas exchange, herbage allowance, mororó, phosphate fertilizers, response curve light, sheet dimensions

## 1. INTRODUÇÃO

Na região Semiárida do Brasil – cuja formação se estende por uma área de 969.589,4 km<sup>2</sup> do território nacional – as precipitações pluviométricas são inferiores a 800 mm ao ano e concentram-se durante três a cinco meses, sendo irregularmente distribuídas no tempo e no espaço (Lima et al., 2011). Os solos dessa região são, em geral, pouco desenvolvidos em função das condições de escassez das chuvas, tornando os processos químicos mitigados (Araújo, 2011). Em quase toda a extensão do Semiárido brasileiro se localiza a vegetação do bioma Caatinga.

A Caatinga é formada por uma vegetação do tipo de mata seca e caducifólia (Queiroz, 2011). O tipo de formação vegetal deste bioma apresenta características bem definidas: árvores baixas e arbustos que, em geral, perdem as folhas na estação das secas, além de muitas cactáceas, que têm estruturas adaptadas para armazenamento de água (Alvarez et al., 2012). A maioria das folhas são de tamanho pequeno, uma adaptação para reduzir a transpiração (Alves et al., 2009), e se comportam com o hábito de caducifólia, sendo um dos meios mais eficazes de autoproteção das plantas na falta de recursos hídricos.

Na Caatinga a principal atividade econômica é a pecuária, que é praticada de forma extensiva. Em estudo realizado por Moreira et al. (2007), a vegetação nativa da Caatinga permitiu consumo de matéria seca capaz de atender as necessidades dos animais favorecendo, portanto, o desenvolvimento da pecuária.

A dieta dos ruminantes é composta por uma variedade de espécies de forrageiras na Caatinga, dentre estas, vale apontar o Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] que altamente selecionados por bovinos, com 17,3% de participação na dieta, quando essa espécie representava 14,4% da composição botânica de área de Caatinga (Ydoyaga-Santana et al., 2011). O Mororó é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae (Souza & Lorenzi, 2005) e é comumente encontrada no Nordeste brasileiro, que possui potencial forrageiro por seu alto teor de proteína (Araújo Filho et al. 2002) e potencial medicinal, por sua ação hipoglicemiante e analgésica (Silva & Cechinel Filho 2002; Silva & Albuquerque 2005). Trata-se de um arbusto alto ou árvore pequena, de 3 a 5 m de altura, de caule duro e casca fibrosa. Leguminosas arbustivo-arbóreas são tidas como uma fonte importante de alimentação para os ruminantes em pastagens e sistemas silvipastoris (Santos et al., 2010).

O desempenho das plantas no ambiente só é possível pelo fornecimento de nutrientes oriundos do solo em conjunto com a assimilação de CO<sub>2</sub> atmosférico por meio da

fotossíntese. Dentre os elementos fornecidos pelo solo, o fósforo (P) desempenha um papel fundamental na nutrição de todas as plantas, por se constituir elemento essencial participante de em uma grande variedade de processos fisiológicos e bioquímicos (Vance et al., 2003). O fósforo exerce funções vitais que se relacionam com a capacidade em produzir biomassa por meio da fotossíntese. Limitações de fósforo no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento das raízes e da parte aérea, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de fósforo a níveis adequados no decorrer de seu crescimento (Grant et al., 2001).

O fósforo condiciona as raízes a se desenvolverem mais rapidamente, além de melhorar a eficiência na utilização de água. No trabalho desenvolvido por Brondani et al. (2008), a partir do qual se verificou o desenvolvimento inicial de *Bauhinia forficata* submetida a diferentes doses crescentes de adubação fosfatada, percebeu-se que essas plantas apresentaram respostas positivas para o crescimento de acordo com os níveis aplicados de superfosfato simples. Desse modo, é possível afirmar que essas plantas requerem este nutriente para o seu desenvolvimento, sobretudo, na fase inicial.

A fertilização do solo poder ser tratada como uma prática de manejo necessária para melhoria da qualidade dos campos bem como o aumento da produção (Soares et al., 2006). Existem várias relações significativas entre fósforo disponível do solo e características vegetais na leguminosa *C. microphylla*, indicando que a deficiência do fósforo disponível no solo afeta o crescimento e caracteres fisiológicos (Tingting et al., 2011).

Outro ponto de destaque no manejo de pastagem refere-se ao pastejo. Nesse caso, o efeito de herbivoria em plantas lenhosas depende da intensidade e frequência dos danos, do estágio da planta e das relações dos recursos fenológicos no momento da herbivoria, dos tecidos vegetais removido, da competição com espécies não consumidas e as características intrínsecas às espécies de plantas (Maschinski & Whitham, 1989). A capacidade de rebrota de plantas lenhosas, após o dano por herbívoros, depende da capacidade delas em utilizar as reservas de nutrientes armazenados e da capacidade das gemas que escaparam da herbivoria em poder ser ativadas para um novo crescimento (Sebata, 2013).

Um dos principais fatores na evolução e adaptação das plantas forrageiras está relacionado à ação dos ruminantes (Falkner & Casler, 2000). Dois mecanismos são realizados em resposta adaptativas ao pastejo, o primeiro é de escape e o segundo, de tolerância (Brike, 1991). De acordo com Costa et al. (2000), várias características, como a resposta

morfofisiológica e a sobrevivência das plantas, devem ser levadas em consideração na definição do manejo de espécies arbustivas.

Para que seja evitado a degradação da vegetação nativa, faz-se necessário o ajuste na taxa de lotação animal (Parente & Parente, 2010). Para tanto, é preciso levar em consideração que bovinos, caprinos e ovinos exercem efeitos diferenciados sobre a vegetação da Caatinga (Araújo Filho & Crispim, 2002).

De uma maneira geral, a utilização de pastos para alimentação dos rebanhos é uma prática realizada por muitos produtores da região Nordeste. Nessa região predomina-se, ainda, pastagem nativa em relação às cultivadas (Giulietti et al., 2004). O manejo de pastagens, de acordo com Moojen & Maraschin (2002), frequentemente é baseado em taxas de lotação um tanto empíricas. Notoriamente, a utilização da oferta de forragem parece ser mais adequada, já que a taxa de lotação não apresenta relação alguma com a massa de forragem. Soares et al. (2005) concluíram que alterações da oferta de forragem ao longo do ano produzem mudanças na vegetação que têm como consequência desempenhos animais diferentes quando comparados a ofertas de forragem fixas. Desta forma, por meio do estudo de diferentes ofertas de forragem é possível determinar um nível de pastejo que produza menos impacto ao ambiente.

Embora seja considerada a participação de espécies arbustivo-arbóreas na alimentação de ruminantes em área de Caatinga, os estudos com estas espécies que justifiquem o manejo intensivo no sentido de adubação mineral e intensidade de pastejo são, relativamente, escassos.

Características de folhas de arbustos, como tamanho da folha, área foliar específica e resistência são importantes para obter-se respostas climáticas (Barboni et al., 2004) e, possivelmente, para responder ao pastejo e aos efeitos sobre a biogeoquímica (Díaz et al., 2006).

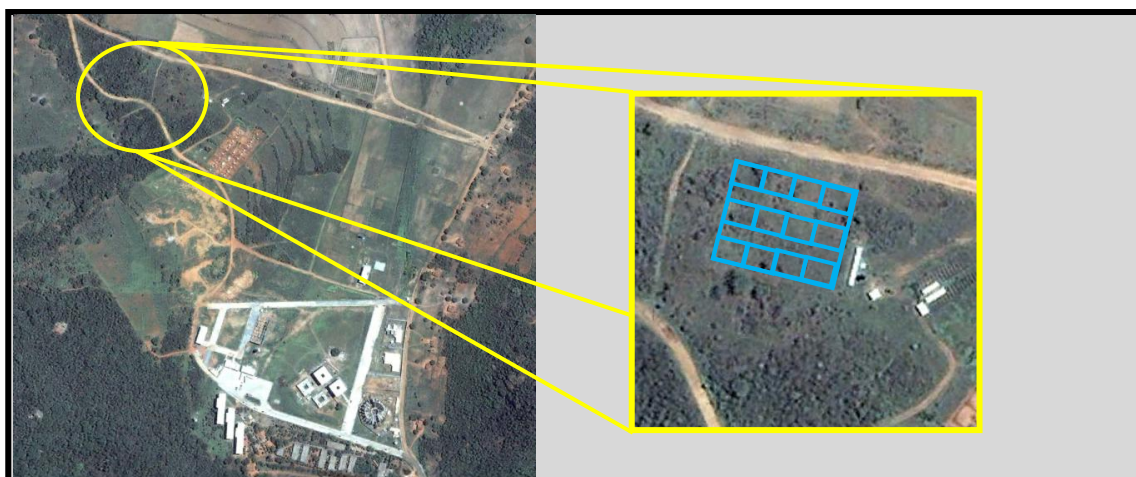
Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de adubação fosfatada e ofertas de forragem sobre caracteres morfofisiológicos de plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] em área de Caatinga manipulada, durante os anos de 2014 e 2015.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área experimental

A área experimental estabelecida localizou-se na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), nas coordenadas geográficas 7° 57' 41" S e 38° 17' 68" W e altitude de 515 m (Figura 1). O município de Serra Talhada - PE, parte setentrional da microrregião Pajeú, situa-se na porção norte do estado de Pernambuco (CPRM, 2005).

O município de Serra Talhada caracteriza-se pelo clima do tipo semiárido, de temperatura média anual em torno de 37°C e precipitação média de 822 mm/ano. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo BSwH (CPRM, 2005).



**Figura 1.** Imagem aérea da área experimental na UAST/UFRPE.  
Fonte: GoogleEarth.

A vegetação da área foi composta de Caatinga manipulada, enriquecida com as espécies de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.], capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* Hack Dandy) e capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.), semeadas na década de 80. Ao longo dos anos, essa área foi pastejada erratically por bovinos.

Procedeu-se à análise química e física de amostras do solo da área experimental nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (Tabela 1), pelo laboratório de fertilidade do solo do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). De acordo com os resultados obtidos, o solo foi considerado franco-arenoso, eutrófico, de acidez fraca e fertilidade média a alta (IPA, 2008). Os valores de fósforo foram muito superiores aos encontrados na literatura em área de Caatinga. Silveira et al. (2006), que encontraram valores de concentrações de P-extraível

(Mehlich<sup>-1</sup>) para solos da região Semiárida, nas ordens de solos mais comuns no Semiárido de Pernambuco e Paraíba, observaram teores médios de 14,6 e 6,7 mg/kg de P nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente. Calixto Júnior & Drumond (2011), por sua vez, depararam com valor médio de 5,4 mg/dm<sup>3</sup>, em solos de fragmento de Caatinga de Petrolina. Já Oliveira et al. (2008) indicaram quimicamente 5 tipos de solos do Rio Grande do Norte e obtiveram o maior valor de P (16,41 mg/dm<sup>3</sup>) na camada de 0 – 10 cm no Cambissolo Háplico Típico. No trabalho realizado por Santos et al. (2012), que caracterizaram física, química e mineralogicamente Neossolos Regolíticos, ao longo da região Semiárida do Estado de Pernambuco, foi possível confirmar que todos os solos apresentaram baixos teores de P disponível.

**Tabela 1.** Atributos químicos e físicos de amostras de solo da área experimental, conforme a profundidade

Características	Unidade	Profundidade (cm)	
		0 – 20	20 - 40
P <sup>a</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	86,50 ± 24,50*	49,00 ± 25,48
pH <sup>b</sup>	-	6,73 ± 0,35	6,73 ± 0,40
Ca	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	8,72 ± 1,79	10,52 ± 2,52
Mg <sup>c</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,60 ± 0,86	2,30 ± 0,70
Na	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,04 ± 0	0,05 ± 0,01
K	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,65 ± 0,06	0,35 ± 0,14
Al	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,00 ± 0	0,00 ± 0
H	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,89 ± 0,34	1,73 ± 0,74
SB <sup>d</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	11,00 ± 0,93	13,20 ± 2,89
CTC <sup>e</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	12,90 ± 0,69	14,93 ± 2,84
V <sup>f</sup>	%	85,00 ± 3,39	88,00 ± 5,19
MO <sup>g</sup>	%	4,47 ± 0,16	5,33 ± 0,73
Areia	%	68,79 ± 2,09	65,90 ± 3,52
Silte	%	18,15 ± 2,12	17,94 ± 1,34
Argila	%	13,06 ± 1,20	16,15 ± 4,08

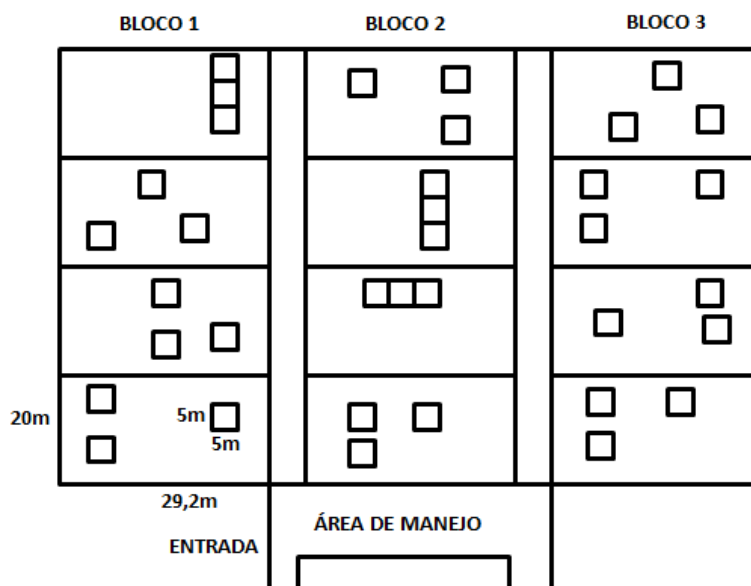
<sup>a</sup>P extraído com Mehlich-1; <sup>b</sup>pH em água (1:2,5); <sup>c</sup>Mg estimado quando Ca+Mg > 10,00 e Ca > 9,95; <sup>d</sup>Soma de bases; <sup>e</sup>Capacidade de troca de cátions potencial; <sup>f</sup>Saturação por bases; <sup>g</sup>Matéria orgânica, determinada pelo método da mufla.. \*Intervalo de confiança da média ( $\alpha = 0,05$ ) entre as três amostras compostas.

O teor de matéria orgânica obtido foi relativamente alto para ambientes de caatinga. No entanto, resultados atingidos por Lira et al. (2012) se aproximaram do encontrado neste trabalho. Eles obtiveram valores próximos a 3% de MO na camada de 0 – 20 cm quando avaliaram o efeito do cultivo e manejo da caatinga no Rio Grande do Norte.

A área experimental possuía 7.200 m<sup>2</sup> (90 x 80 metros) e foi dividida em três blocos com quatro piquetes, totalizando 12 piquetes de 584 m<sup>2</sup> (20 m x 29,2 m).

Para o experimento de adubação fosfatada foram delimitados, aleatoriamente, três áreas de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m) dentro de cada piquete, sendo cada uma destas áreas de 25 m<sup>2</sup> correspondente a um nível de adubação fosfatada e constituíram as parcelas experimentais, de modo que cada piquete apresentou os três níveis de adubação fosfatada (Figura 2). Estes quadrados de 25 m<sup>2</sup> consistiram em exclusão do pastejo das plantas localizadas no interior deles, já que o pastejo ocorreu no piquete (20 m x 29,2 m).

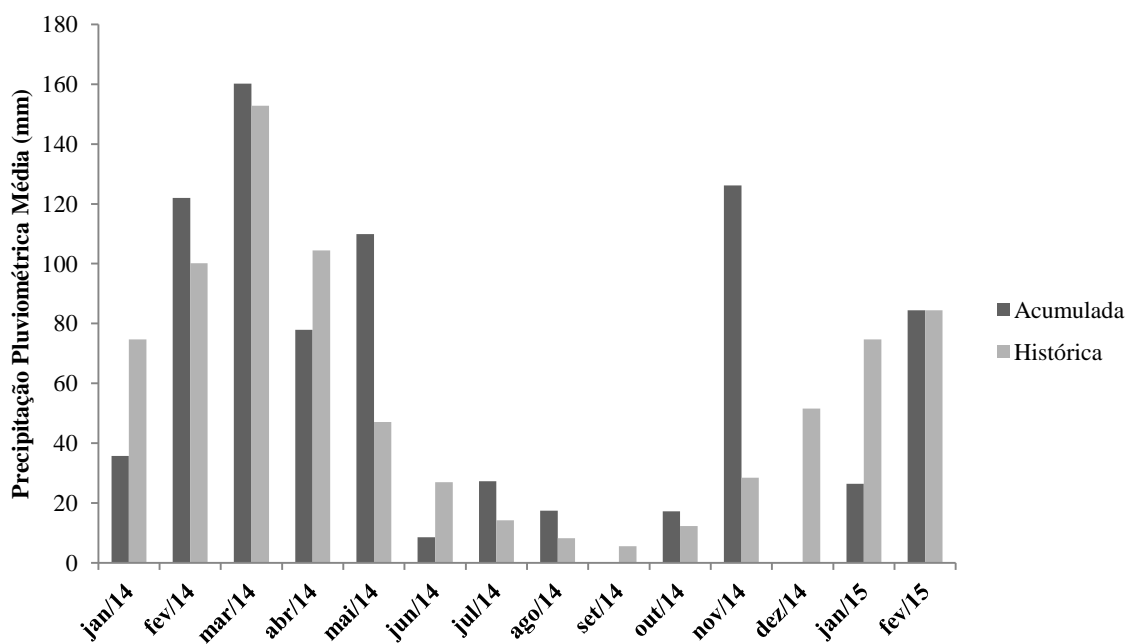
No experimento de pastejo os quatro níveis de oferta de forragem foram aleatorizados entre os quatros piquetes em cada um dos três blocos, totalizando três repetições (Figura 2). Assim, as parcelas experimentais para o pastejo corresponderam às áreas de 20 m x 29,2 m.



**Figura 2.** Croqui da área experimental na UAST/UFRPE.

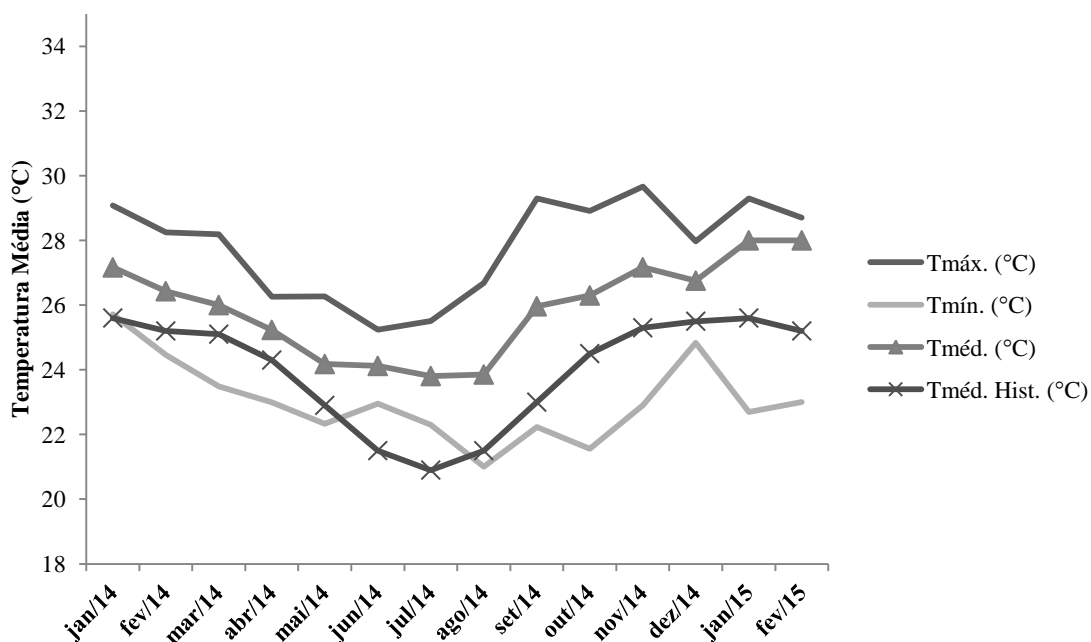
Os índices pluviométricos mensais médios foram registrados durante o período experimental (Figura 3). De acordo com os dados de precipitação obtidos, observou-se que o período de maior precipitação ocorreu de fevereiro a maio de 2014 e que nos demais meses a precipitação não foi superior a 40 mm, excetuando-se os meses de novembro de 2014 e fevereiro de 2015 (Figura 3). Em relação à precipitação pluviométrica média histórica percebeu-se que o período avaliado apresentou, praticamente, o mesmo comportamento, com exceção dos meses de janeiro, maio, junho, novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015 que se apresentaram atípicos (Figura 3), sinalizando que as chuvas além do esperado ocorreram nos meses de maio e novembro com cerca de 2 e 3 vezes a mais, respectivamente. Em janeiro de 2014 e 2015 e junho, as chuvas ocorridas foram menos da metade prevista, enquanto que em dezembro nenhum volume precipitado foi acumulado.





**Figura 3.** Precipitação pluviométrica acumulada média mensal e histórica no decorrer do período experimental.  
Fonte: APAC/INMET

As temperaturas mensais médias foram anotadas ao longo do período experimental e constam na figura 4.



**Figura 4.** Temperatura mensal média durante o período experimental.  
Fonte: APAC/INMET

O período de menor temperatura média observada compreendeu os meses de maio a agosto com médias em torno de 24°C (Figura 4). Os demais meses não apresentaram

temperatura média superior a 28°C. Com relação à temperatura média histórica percebeu-se que do mês de junho em diante ela foi inferior à temperatura média registrada naqueles meses.

Dessa forma, o período de maior precipitação coincidiu com temperaturas mais elevadas. Nos meses de junho a agosto, quando a precipitação pluviométrica acumulada não superou 40 mm, as temperaturas não superaram 24°C.

## 2.2 Tratamentos experimentais

Foram estudados aspectos morfofisiológicos em plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] a partir de diferentes níveis de adubação fosfatada: 0, 50 e 100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano e submetidas a diferentes ofertas de forragem: 2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 kg de MS/kg de PV.

A adubação fosfatada foi realizada a lanço, ocorrendo em março do ano de 2013 e 2014. Utilizou-se superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), nas parcelas experimentais. A seleção das plantas de cada espécie estudada foi feita por meio do critério de seleção baseando-se na presença ou ausência da planta: quando havia mais de uma planta da mesma espécie, escolheu-se um padrão de plantas adultas; quando não existia nenhuma planta localizada da parcela experimental, esta parcela foi desconsiderada naquele piquete.

O pastejo foi realizado por ovinos machos, não castrados, sem padrão racial definido e com peso vivo inicial de 20 ± 3,2 kg, adotando-se a lotação contínua como método de pastejo. O ajuste da lotação animal às ofertas de forragem foi realizado conforme Ferraz (2014), que consistiu na estimativa da disponibilidade de forragem (kg de MS) em cada piquete dividida pelo nível de oferta pretendida (2,0; 2,5; 3,0 ou 3,5 kg de MS/kg de PV), resultando num valor de peso vivo (kg de PV). Assim, os animais foram pesados até que a soma do peso deles atingisse o valor do peso vivo necessário para cada nível.

Antes do período de pastejo, os animais foram identificados com brincos auriculares, numerados, pesados em balança mecânica com capacidade para 300 kg, vermifugados com solução oral de Ivermectina a 0,08% p/v (peso-volume), administrada de acordo com o peso vivo de cada animal, e liberados nos piquetes de acordo com as ofertas de forragem. Em cada piquete foram instalados bebedouros e saleiros para fornecimento de água e sal mineral *ad libitum*.

As avaliações ocorreram nos meses de fevereiro, março, abril, junho, agosto, outubro e dezembro de 2014 e no mês de fevereiro de 2015, em ambos os experimentos. Sempre as

mesmas plantas eram mensuradas quanto aos aspectos morfofisiológicos. Foram realizadas duas estações de pastejo, uma entre maio e junho de 2013 e a outra entre os meses de abril e junho de 2014.

### **2.3 Características morfológicas estudadas**

De cada planta de Mororó, três folhas expandidas foram coletadas para mensuração da área, comprimento, largura e perímetro de folha. Estas medições foram feitas com o auxílio do equipamento medidor portátil a *laser* de área foliar (CI 202, da CID-Bioscience®). Além destas medidas, a área foliar específica e o peso seco de folhas também foram mensurados. A área foliar específica de folha foi resultante da razão entre a área média de folha e o peso seco médio de folha. O peso seco médio da folha foi obtido pelo método de secagem convencional, em estufa de ventilação forçada a 55°C (Silva & Queiroz, 2006).

Para as medições dos diâmetros horizontais da copa das plantas foi utilizada trena graduada em centímetros, com a qual se formou um *transecto* com as duas medidas mais longas dos diâmetros da copa. A altura da planta foi medida com o auxílio de régua graduada em centímetros, do solo ao topo da copa. Para o diâmetro do caule, foi utilizado um paquímetro, com medições na base da planta (ao nível do solo) e a 1,5 m do solo.

Foi realizada contagem do número de ramos basais e do número de folhas por ramo secundário em cada planta. No momento das coletas, as plantas foram observadas quanto à presença de flor ou fruto, para caracterização fenológica.

### **2.4 Características fisiológicas avaliadas**

Para mensuração do índice SPAD, foi utilizado o equipamento medidor portátil de clorofila SPAD-502 [*Soil-Plant Analysis Development (SPAD) Section*, Minolta Camera Co., Ltd, Japan]. Foram selecionadas três folhas localizadas a 1,5 m do solo e nelas foram realizadas cinco leituras e obtido um valor médio por folha em cada planta de cada espécie.

Para o teor relativo de água na folha foram coletadas duas folhas totalmente expandidas das plantas. Posteriormente, foram retirados 10 discos foliares com área de 1 cm<sup>2</sup> e sem nervura. A metodologia foi a descrita por Barrs & Weatherley (1962) e consistiu na pesagem dos discos em balança analítica para obtenção da matéria fresca (PMF). Em seguida, os discos foliares foram acondicionados em placas de Petri com papel filtro e cerca de 10 ml

de água destilada/deionizada e colocados sob refrigeração a 20°C durante 24 horas. Decorrido este tempo, os discos foram retirados e secados levemente com o auxílio de papel toalha e, então, pesados novamente, para obtenção do peso da massa túrgida (PMT). Para finalizar, estes discos foram levados à estufa de ventilação forçada a 55°C durante 24 horas em saco de papel. Em seguida, foram pesados novamente, obtendo-se o peso da matéria seca (PMS). Assim, procedeu-se ao cálculo do teor relativo de água utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{TRA (\%)} = (\text{PMF} - \text{PMS}) / (\text{PMT} - \text{PMS}) * 100.$$

O dano à membrana vegetal foi realizado conforme Shanahan et al. (1990). Foram retirados 30 discos foliares de 5 mm de diâmetro em duas folhas coletadas nas plantas em cada parcela experimental. Os discos foram acondicionados em tubos de ensaio com água destilada (10 ml) por 3 horas. Decorrido este período, foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução por meio de condutivímetro de bancada. Em seguida, os tubos com os discos foram levados ao banho-maria por 30 min a 100°C para fervura. Posteriormente, os tubos foram resfriados em temperatura ambiente para realização da leitura da condutividade elétrica. O percentual de danos de membranas foi estimado pela seguinte equação:

$$\text{DM (\%)} = [(L1/L2) \times (100)]$$

Onde: L1 = Condutividade elétrica três horas após contato dos discos com água;

L2 = Condutividade elétrica após fervura dos discos a 100 °C por 30 minutos

As medidas das trocas gasosas foram feitas sob condições naturais, em dias limpos (ausência de chuva) e no período compreendido entre 7 horas A.M. e 16 horas P.M., em três folhas expandidas por planta, utilizando-se da quinta folha do ápice à base, de forma não destrutiva. Estas avaliações ocorreram no mês de junho de 2014 e no mês de fevereiro de 2015. A fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> foram medidas por meio de um equipamento portátil analisador de trocas gasosas por infravermelho (LI-6400, LI-COR, Lincoln, Nebraska - EUA). A radiação fotossinteticamente ativa simulada pelo equipamento foi de 1200 μmol de fótons/m<sup>2</sup>/s em ambos os meses, sendo este o valor médio encontrado na ocasião da avaliação.

Foi avaliada, também, a resposta fotossintética ( $\mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) à luz das plantas de Mororó. As folhas foram submetidas às seguintes radiações fotossinteticamente ativas: 0, 300, 600 e 1600  $\mu\text{mol de fótons}/\text{m}^2/\text{s}$ . Os níveis de radiação foram avaliados em três folhas/planta e quatro plantas/espécie em cada tratamento, entre as 13 e 15 horas do dia, em junho de 2014. As folhas selecionadas para tal foram as que estavam completamente expandidas na altura de 1,5 m do solo.

## **2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas**

Os tratamentos foram casualizados em blocos experimentais. Foram utilizados três blocos, com quatro repetições dentro do bloco. As avaliações foram consideradas como medidas repetidas no tempo e as análises estatísticas foram realizadas por meio do procedimento PROC MIXED (Littell et al., 1998) do SAS (SAS, 1999).

No experimento de adubação fosfatada foram considerados os efeitos da adubação fosfatada, das avaliações, da interação adubação fosfatada x meses de avaliação, além do efeito dos blocos experimentais. No experimento de oferta de forragem, foram considerados os efeitos da oferta de forragem, das avaliações, da interação oferta de forragem x meses de avaliação, além do efeito dos blocos experimentais. Para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo LSMEANS ajustado para Tukey do SAS (SAS, 1999). Os dados obtidos para as espécies foram analisados separadamente.

As análises de regressão da fotossíntese líquida em função dos níveis de radiação fotossinteticamente ativa, em cada nível de adubação fosfatada, foram realizadas por meio do software *SigmaPlot* para Windows, versão 12.0, a 5% de probabilidade.

Quando houve efeito significativo das ofertas de forragem sobre as características estudadas, realizou-se análise de contrastes ortogonais por meio do programa SAS (SAS, 1999). Quando ocorreu efeito das avaliações, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias, pelo LSMEANS ajustado para Tukey, do SAS (SAS, 1999).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Efeitos da adubação fosfatada

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação entre os níveis de adubação fosfatada e as avaliações na área foliar específica (Tabela 2). Na ausência de adubação (0 kg de  $P_2O_5$ /ha/ano) verificou-se que a área foliar específica não modificou ao longo das avaliações. Na aplicação de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha/ano, houve aumento na área foliar específica no mês de abril de 2014. Quando houve a aplicação de 100 kg de  $P_2O_5$ /ha/ano, a maior área foliar específica ocorreu apenas nos meses de junho e agosto de 2014 comparados ao mês de abril de 2014 (Tabela 2).

**Tabela 2.** Área foliar específica ( $cm^2/g$ ) em folhas de plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] submetidas a três níveis de adubação fosfatada durante seis avaliações em área de Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Adubação fosfatada (kg de $P_2O_5$ /ha/ano)	Avaliações (meses)					
	fev/14	abr/14	jun/14	ago/14	dez/14	fev/15
0	141,7Aa	126,7Ba	149,1Aa	177,6Aa	158,2Aa	140,0Aa
50	137,2Ab	275,7Aa	154,8Ab	173,9Ab	151,6Ab	155,2Ab
100	139,1Aab	100,8Bb	178,6Aa	171,3Aa	151,9Aab	151,2Aab

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade.

CV (%) = 46,70

Quanto aos níveis de adubação dentro de cada mês de avaliação, a adubação com 50 kg de  $P_2O_5$ /ha/ano proporcionou maior área foliar específica apenas no mês de abril de 2014 (Tabela 2).

As características morfológicas foliares não foram modificadas pela adubação fosfatada aplicada. Os maiores valores observados no mês de abril de 2014 está relacionado à incidência de chuvas nos meses anteriores. Por se tratar de uma espécie caducifólia (Souza & Lorenzi, 2005), não havia folhas no mês de outubro de 2014. A aplicação de adubo fosfatado modificou o padrão da área foliar específica (AFE) ao longo do ano. A AFE representa o inverso da espessura foliar (Benincasa, 2003), indicando se houve acúmulo de fotoassimilados nas folhas ou se estes foram translocados para outros órgãos. De modo geral, quando houve adição de P ao solo a AFE da planta oscilou com o passar das avaliações, sendo esta oscilação referente ao acúmulo de fotoassimilados na folha quando estes valores foram maiores e que

havia translocação de nutrientes no menor AFE. Desta forma, quando não foi adicionado P ao solo a AFE permaneceu constante ao longo das avaliações, indicando que os fotoassimilados estavam sendo armazenados nas folhas. Comportamento semelhante foi percebido por Zucareli et al. (2010) que avaliaram área foliar específica em feijoeiros submetidos a diferentes doses de fósforo.

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da adubação fosfatada sobre a área, comprimento, largura e perímetro de folha, peso seco de folhas, altura de planta, diâmetros de copa, diâmetros de caule, número de ramos principais, número de folhas por ramo secundário, floração e frutificação. Com exceção da altura de planta e diâmetros de copa, as demais características foram influenciadas pelos meses de avaliação (Tabela 3).

De forma geral, a área foliar, o peso seco de folhas, o comprimento e largura das folhas foram maiores no mês de abril de 2014 quando comparado aos meses de fevereiro, junho e agosto do mesmo ano. O perímetro foliar apresentou maior valor nos meses de abril de 2014 e fevereiro de 2015 em relação aos demais meses (Tabela 3). As espécies da Caatinga apresentam adaptações morfológicas e/ou fisiológicas que possibilitam a sobrevivência em condições de seca (Silva et al., 2004), como por meio do mecanismo de fechamento estomático e a redução da área foliar (Diniz, 1999).

**Tabela 3.** Área, comprimento, largura e perímetro foliar, peso seco de folhas em Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] ao longo de seis meses de avaliação em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Variáveis*	Avaliações (meses)						CV (%)
	fev/14	abr/14	jun/14	ago/14	dez/14	fev/15	
AF (cm <sup>2</sup> )	21,86b	59,02a	30,24ab	26,43b	32,70ab	33,17ab	54,04
PSF (g)	0,156b	0,423a	0,195b	0,166b	0,218ab	0,221ab	41,19
COMP (cm)	5,45b	8,37a	6,14b	5,73b	6,96ab	6,19b	29,59
LAR (cm)	5,58b	8,78a	6,30b	6,01b	6,54ab	7,19ab	22,17
PER (cm)	31,61b	39,14a	29,05b	28,09b	29,52b	42,13a	23,49

\*AF = Área de Folha; PSF = Peso Seco de Folha; COMP = Comprimento de Folha; LAR = Largura; PER = Perímetro de Folha

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro de caule na altura da base foi maior nos meses de junho, outubro e dezembro de 2014, e fevereiro de 2015 comparados ao mês de fevereiro de 2014 (Tabela 4). O diâmetro à altura do peito teve maior valor nos meses de outubro e dezembro de 2014, e fevereiro de 2015 comparados ao mês de fevereiro de 2014 (Tabela 4).

**Tabela 4.** Diâmetros do caule na altura da base e do peito, número de ramo principal e número de folhas por ramo secundário em plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] durante oito meses avaliados em área de Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Variáveis*	Avaliações (meses)								CV (%)
	fev/14	mar/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15	
DAB (cm)	1,65b	2,05ab	2,04ab	2,25a	2,13ab	2,43a	2,52a	2,52a	26,13
DAP (cm)	0,99b	1,29ab	1,34ab	1,32ab	1,36ab	1,47a	1,55a	1,48a	23,19
NR	4a	4a	4a	3ab	4a	3ab	2b	3ab	44,70
NF	13a	13a	10ab	7ab	4ab	0b	5ab	5ab	42,16
SPAD	37ab	39a	37ab	35ab	31b	-***	35ab	30b	12,00
TRA (%)	54ab	-**	68a	60ab	49ab	-***	73a	36b	15,29
DM (%)	-**	-**	0b	62ab	74a	-***	55ab	38b	29,44

\*DAB = Diâmetro na Altura da Base; DAP = Diâmetro na Altura do Peito; NR = Número de Ramo Principal; NF= Número de Folhas/Ramo Secundário.

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A menor quantidade de ramos principais foi observado no mês de dezembro de 2014 comparados aos meses de fevereiro, março, abril e agosto de 2014 (Tabela 4). Possivelmente houve queda de alguns ramos em virtude da perda total de folhas no mês de outubro de 2014.

A quantidade de folhas por ramos diminuiu ao longo das avaliações, sugerindo que foi afetada pela sazonalidade pluviométrica ocorrida. Em agosto de 2014 (mês avaliado anterior à perda total das folhas) os índices encontrados revelaram que as folhas estavam em senescência, este fato repetiu-se no mês de fevereiro de 2015, associado também à escassez de chuvas.

Não houve efeito significativo da adubação fosfatada ( $P > 0,05$ ) sobre o índice SPAD, teor relativo de água, dano de membrana, fotossíntese líquida e concentração de  $CO_2$  intercelular. Houve efeito significativo dos meses de avaliações ( $P < 0,05$ ) sobre o índice SPAD, teor relativo de água e dano de membrana (Tabela 4).

Nos meses de agosto de 2014 e fevereiro de 2015, o índice SPAD apresentou valores abaixo do encontrado no mês de março de 2014. O teor relativo de água nas folhas foi maior nos meses de abril e dezembro de 2014 em relação ao mês de fevereiro de 2015. O maior dano de membrana ocorreu no mês de agosto de 2014 comparado aos meses de abril de 2014 e fevereiro de 2015 (Tabela 4). O teor relativo de água foi maior quando houve precipitação pluviométrica no mês avaliado ou imediatamente anterior a ele. Este fato também foi fundamental para o comportamento do dano de membrana, no qual o menor dano foi percebido quando houve ocorrência de chuvas. No mês de abril de 2014, as folhas de Mororó apresentaram-se em condições ótimas em relação ao teor relativo de água, que resultou no dano de membrana inexistente.



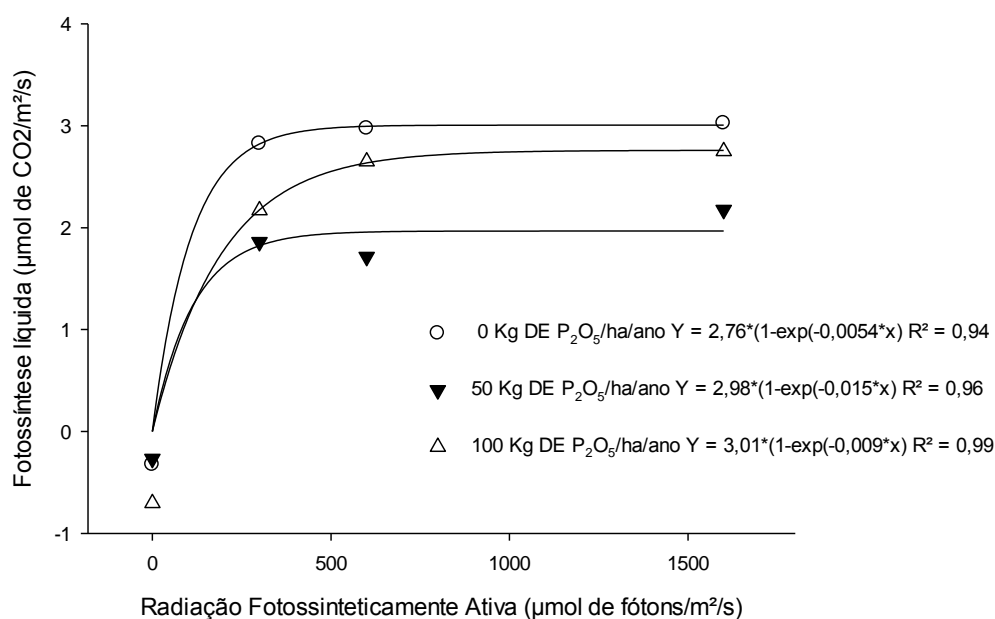
O florescimento ocorreu apenas no mês de abril de 2014 e fevereiro de 2015. Já a frutificação ocorreu do mês de junho ao mês de dezembro de 2014.

A fotossíntese líquida foi maior no mês de junho de 2014 (6,88  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ) do que no mês de fevereiro de 2015 (0,20  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ). A concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular foi inferior no mês de junho de 2014 (213  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{mol}$  de ar) em relação ao mês de fevereiro de 2015 (319  $\mu\text{mol}$  de  $\text{CO}_2/\text{mol}$  de ar). A fotossíntese líquida também foi influenciada pela irregularidade na pluviosidade. Ela foi maior no momento em que houve maior frequência de chuvas anteriores à avaliação ocorrida no mês de junho de 2014. A concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular foi maior na condição de fevereiro de 2015, sobretudo pela incapacidade das folhas de realizar fotossíntese naquelas condições, pois no mês de junho de 2014 a concentração foi menor, indicando que havia um fluxo de absorção pelas folhas.

As folhas de Mororó revelaram-se com saturação luminosa muito baixa (300 a 500  $\mu\text{mol}$  de fótons/ $\text{m}^2/\text{s}$ ). Isto revela que estas plantas, que são leguminosas tropicais (Vaz & Tozzi, 2003) e possuem rota fotossintética  $\text{C}_3$  (Valente et al., 2011), aproveitam pouco a luminosidade comparadas às plantas de ciclo  $\text{C}_4$ . Além disso, a concentração de P no solo da área experimental pareceu suficiente para esta espécie, já que maiores taxas fotossintéticas foram observadas em folhas de plantas que não receberam a adubação fosfatada.

Os dados da fotossíntese líquida em função de níveis crescentes de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) se ajustaram significativamente ( $P < 0,05$ ) a um modelo exponencial ( $y = a(1 - e^{-bx})$ ). Verificou-se que o Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] apresentou saturação luminosa entre 300 e 500  $\mu\text{mol}$  de fótons/ $\text{m}^2/\text{s}$  nos três níveis de adubação fosfatada (Figura 5).

A aplicação do fósforo não contribuiu para uma elevação da taxa fotossintética nas folhas de Mororó submetidas a diferentes níveis de RFA. Quando não houve aplicação de fósforo (0 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}/\text{ano}$ ) foi observada maior taxa de fotossíntese líquida até cerca de 300  $\mu\text{mol}$  de fótons/ $\text{m}^2/\text{s}$  (Figura 5). A menor taxa de fotossíntese foi obtida com a aplicação de 50 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}/\text{ano}$ . Altas concentrações de fósforo inorgânico na folha pode também reduzir a fotossíntese, pois a exportação excessiva de triose-P para o citosol influencia a regeneração da Ribulose-1,5-bifosfato, que é a molécula aceptora de  $\text{CO}_2$  na fotossíntese (Marschner, 2002).



**Figura 5.** Fotossíntese líquida em folhas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] em função de intensidades de Radiação Fotossinteticamente Ativa crescentes em três níveis de adubação fosfatada, área de Caatinga manipulada Serra Talhada - PE.

### 3.2 Efeitos da oferta de forragem

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação entre as ofertas de forragem e os meses de avaliação. Com exceção da oferta de 2,0 kg de MS/kg de PV, nas demais ofertas o número de ramos principais diminuiu ao longo das avaliações (Tabela 5). Quanto ao efeito da oferta de forragem dentro de cada mês, houve efeito linear e quadrático para os meses de agosto e dezembro de 2014 (Tabela 5). Menor número de ramos foi encontrado entre as ofertas de forragem de 2,5 e 3,0 kg de MS /kg de PV.

O número de ramos principais teve comportamento semelhante nas três maiores ofertas de forragem e diminuiu ao longo das avaliações. Isto sugere que menores intensidades de pastejo (ofertas de forragem acima de 2,5 kg de MS/kg de PV) podem reduzir o número de ramos principais. Este resultado, associado ao fato de menor número de ramos ter sido encontrado entre as ofertas de forragem de 2,5 e 3,0 kg de MS /kg de PV, por alterações no fluxo de biomassa. Holechek et al. (2006) comentam que o pastejo pode promover a remoção da dominância apical em arbustos e assim promover maior brotação de ramos, o que explica maior número de ramos nas maior intensidade de pastejo. No caso do aumento de ramos na maior oferta de forragem pode

está associado a quebra da dominância em virtude do tempo, o que também deve ter estimulado o surgimento de novos ramos.

**Tabela 5.** Número de ramos principais em plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] ao longo de oito avaliações em área de Caatinga manejada com diferentes ofertas de forragem, Serra Talhada - PE

Oferta de forragem (kg de MS/kg de PV)	Avaliação (meses)							
	fev/14	mar/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15
2,0	4a	4a	4a	3a	4a	4a	3a	2a
2,5	6a	4a	5a	4a	3ab	3b	1b	2b
3,0	7a	4a	3a	2b	3a	2b	1b	1b
3,5	7a	8a	7a	7a	4b	4b	3b	3b
Efeito Linear (p)	0,1700	0,3600	0,7000	0,5000	0,0001	0,7900	0,0001	0,7000
Efeito Quadrático (p)	0,2700	0,3600	0,5900	0,5300	0,0001	0,2700	0,0001	0,4600

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúsculas na linha pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ago/14:  $Y = -11x + 18$ ;  $Y = 2x^2 - 11x + 18$ ; Dez/14:  $Y = -22x + 31$ ;  $Y = 4x^2 - 22x + 31$

R<sup>2</sup>: Fev/14 = 0,95; Mar/14 = 0,83; Abr/14: 0,45; Jun/14 = 0,64; Ago/14 = 0,03; Out/14 = 0,84; Dez/14 = 0,27; Fev/15 = 0,60

CV (%): NR=30,93

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das ofertas de forragem sobre o comprimento, largura e perímetro de folha, área foliar específica, peso seco de folha, altura de planta, diâmetros de caule, diâmetros de copa, floração e frutificação. Com exceção da altura de planta, dos diâmetros de copa e da área foliar específica, as demais características foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) pelos meses de avaliação.

A área, comprimento e largura de folhas sofreram alterações ao longo das avaliações e foi maior nos meses de abril e dezembro de 2014 e fevereiro de 2015 em relação aos outros meses. O peso seco das folhas acompanhou o comportamento das medidas foliares (Tabela 6).

O perímetro das folhas foi superior apenas no mês de fevereiro de 2015 em relação ao mesmo mês no ano anterior (Tabela 6), indicando que a oscilação ocorrida derivou das medidas lineares de comprimento e largura.

O resultado das dimensões de folhas indicou um comportamento de diminuição em comprimento, largura e área das folhas produzidas nas avaliações posteriores ao pastejo (junho e agosto de 2014). Ressalta-se que no mês de outubro não havia nenhuma folha nas plantas. Após as chuvas, a partir de novembro de 2014, surgiram novas folhas, o que explica o aumento nas dimensões das folhas e no peso seco.

**Tabela 6.** Dimensões e peso seco de folhas de plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] durante seis avaliações sob pastejo em Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Variáveis*	Avaliações (meses)						CV (%)
	fev/14	abr/14	jun/14	ago/14	dez/14	fev/15	
AF (cm <sup>2</sup> )	27,76b	65,39a	34,72b	27,63b	49,36a	56,90a	51,83
PSF (g)	0,190b	0,481a	0,253b	0,192b	0,320ab	0,404a	40,72
COMP (cm)	6,15b	8,82a	6,50b	5,86b	7,58a	7,79a	23,03
LAR (cm)	6,11b	9,44a	6,47b	6,07b	7,79a	8,97a	22,20
PER (cm)	34,73b	41,28ab	30,40b	27,95b	36,06ab	50,95a	28,53

\*AF = Área de Folha; PSF = Peso Seco de Folha; COMP = Comprimento de Folha; LAR = Largura; PER = Perímetro de Folha

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro do caule na altura da base foi mantido nas cinco primeiras avaliações e aumentou em seguida (Tabela 6). Já o diâmetro do caule na altura do peito foi maior no mês de fevereiro de 2015 em relação ao mesmo mês no ano anterior (Tabela 6).

O número de folhas por ramo secundário diminuiu nos meses de escassez de chuva e foi reduzido a zero no mês de outubro de 2014, devido a caducifolia da planta (Tabela 7). De maneira que, as plantas não conseguiram restabelecer o número de folhas por ramo secundário após o pastejo mesmo quando houve precipitação pluviométrica e temperatura favorável. Okasaki (2012) relatou que pode ocorrer retardamento na rebrota de folhas de Mororó submetidas à desfolha em momentos de baixa precipitação pluviométrica, causando limitação na absorção de água pela planta.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das ofertas de forragem sobre o índice SPAD, teor relativo de água, dano de membrana, fotossíntese líquida e concentração de CO<sub>2</sub> intercelular. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos meses de avaliação sobre o índice SPAD, teor relativo de água e dano à membrana. Nos meses de agosto de 2014 e fevereiro de 2015, o índice SPAD apresentou valores abaixo dos encontrados nos demais meses (Tabela 7).

Em agosto de 2014 (mês avaliado anterior à perda total das folhas) o índice SPAD encontrado revela que as folhas estavam em senescência, o que também aconteceu no mês de fevereiro de 2015.

**Tabela 7.** Diâmetro do caule na altura da base e na altura do peito em plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] durante oito meses de avaliação na Caatinga manipulada, Serra Talhada - PE

Variáveis*	Avaliações (meses)								CV (%)
	fev/14	mar/14	abr/14	jun/14	ago/14	out/14	dez/14	fev/15	
DAB (cm)	1,67b	2,07b	2,28b	2,29b	2,34b	2,44a	3,01a	2,57a	24,09
DAP (cm)	1,22b	1,38ab	1,43ab	1,39ab	1,45ab	1,46ab	1,52ab	1,61a	14,87
NF	13,00a	13,00a	9,00ab	6,00ab	4,00ab	0,00b	5,00ab	5,00ab	16,13
SPAD	37a	40a	36a	36a	30b	-***	35a	30b	9,06
TRA (%)	51ab	-**	64a	66a	51ab	-***	73a	39b	15,55
DM (%)	-**	-**	0b	65a	74a	-***	46ab	33ab	26,79

\*DAB = Diâmetro na Altura da Base; DAP = Diâmetro na Altura do Peito; NF = Número de Folhas/Ramo Secundário; SPAD = Índice SPAD; TRA = Teor Relativo de Água; DM = Dano em Membrana.

\*\*Não houve avaliação.

\*\*\*Ausência de folhas.

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O teor relativo de água foi maior nos meses de junho, abril e dezembro de 2014 comparados com fevereiro de 2015 (Tabela 7). Maiores dano à membrana foram encontrados nos meses de junho e agosto de 2014, em relação a abril do mesmo ano (Tabela 7). Ressalta-se que esta avaliação não ocorreu nos meses de fevereiro e março de 2014. O teor relativo de água aumentou e o dano à membrana diminuiu quando houve maior incidência de chuvas.

As ofertas de forragem não influenciaram ( $P>0,05$ ) na fotossíntese líquida, na taxa de transpiração, condutância estomática e na concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular. Com exceção da concentração de  $\text{CO}_2$  intercelular, estas características sofreram influência ( $P<0,05$ ) do mês de avaliação. A fotossíntese líquida e a taxa de transpiração no mês de junho de 2014 (média de  $10,33 \mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  e  $3,74 \text{ mmol de H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ , respectivamente) foi mais elevada do que a obtida no mês de fevereiro de 2015 (média de  $0,33 \mu\text{mol de CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$  e  $0,49 \text{ mmol de H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ , respectivamente). A condutância estomática foi superior no mês de junho comparado a fevereiro de 2015 ( $0,225$  vs  $0,009 \text{ mol de H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$ , respectivamente). De uma forma geral, o aumento da resistência estomática nas plantas reduz a perda do vapor d'água e também a entrada de  $\text{CO}_2$  essencial à fotossíntese (Silva et al., 2004).

Ocorreu floração apenas nos meses de fevereiro de 2014 e 2015 e no mês de abril de 2014. Nos meses de março e junho de 2014 foi verificado que as plantas estavam frutificando. O período reprodutivo do Mororó foi de fevereiro a junho, nos quais houve maior disponibilidade de água (superior a 80 mm) e temperatura (superior a  $25^\circ\text{C}$ ). No entanto,

Lima (1996) relatou período de florescimento e frutificação do Mororó nos meses de julho e setembro.

A chuva no mês de maio deve ter contribuído para que a taxa fotossintética no mês de junho de 2014 tenha sido mais elevada comparada ao mês de fevereiro de 2015, no qual os dois meses precedentes tiveram baixa precipitação.

#### 4. CONCLUSÕES

De maneira geral, a adubação fosfatada não afetou a morfologia foliar do Mororó. Em pleno período chuvoso, a adubação de 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/ano proporcionou maior área foliar específica às plantas de Mororó.

As folhas de Mororó apresentaram saturação luminosa no nível de radiação fotossinteticamente ativa por volta de 300 μmol de fótons/m<sup>2</sup>/s. Maior fotossíntese líquida foi obtida quanto menor foi o nível de adubo fosfatado aplicado.

Folhas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] mais largas, de maior tamanho e maior área foram observadas após o período de pastejo. O número de folhas por ramo secundário em plantas de Mororó diminuiu após o período de pastejo, com perda total de folhas em meados do período seco.

A quantidade de ramos principais em plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] foi menor nas ofertas entre 2,5 e 3,0 kg de MS/kg de PV, notadamente nos meses que procederam a estação de pastejo.

As ofertas de forragem não influenciaram as características fisiológicas estudadas nesta espécie.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, I.A.; OLIVEIRA, U.R.; MATIOS, P.P. de; et al. Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga. Dados eletrônicos - **Embrapa Florestas**, 2012.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A. de; NASCIMENTO, S.S. do. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 3, 2009.
- ARAÚJO FILHO J.A.; CRISPIM, S.M.A.; Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de Caatinga no Nordeste do Brasil. In: **CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE. UNIVERSITY OF CONTESTADO**. Concórdia, 2002. Anais. Concórdia, Embrapa pantanal, p. 1-7. 2002.
- ARAÚJO, S.M.S de. 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.

- BARBONI, D.; HARRISON, S.P.; BARTLEIN, P.J.; et al. Relationships between plant traits and climate in the Mediterranean region: a pollen data analysis. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, p.635–646. 2004.
- BARRS, H.D.; WEATHERLEY, P.E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 15, p. 413-428, 1962.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J. W. (Eds.). **Grazing management: an ecological perspective**, Timber Press, Portland, p. 85–108, 1991.
- BRONDANI, G.E.; SILVA, A.J.C.; ARAUJO, M.A.; et al. Phosphorus nutrition in the growth of *Bauhinia forficata* L. seedlings. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, supl., p. 665-671, 2008.
- CALIXTO JÚNIOR, J.T.; DRUMOND, M.A. Estrutura fitossociológica de um fragmento de caatinga sensu stricto 30 anos após corte raso, petrolina-pe, brasil. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 67-74, 2011.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Serra Talhada, estado de Pernambuco**. Recife - PE, 2005. p. 32.
- COSTA, J.P.V. da; BARROS, N.F. de; ALBUQUERQUE, A.W. de; et al. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 10, n. 4, p. 828–835, 2006.
- DÍAZ, S.; LAVOREL, S.; McINTYRE, S.; ALCZUK, V.; et al. Plant trait responses to grazing - a global synthesis. **Global Change Biology**, v. 13, p.313–341. 2006.
- DINIZ, M.C.M.M. **Desenvolvimento e rebrota da cunhã (*Clitoria ternatea* L.) sob estresse hídrico, em associação com fungos micorrízicos - *Bradyrhizobium***. 1999. 78f. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 1999.
- FALKNER, L.K.; CASLER, M.D. Genetic shifts in smooth brome grass under grazing: changes in nutritional value and preference for surviving vs. original genotypes. **Grass and Forage Science**, v. 55, p. 351-360, 2000.
- FERRAZ, A.P.F. **Caracterização da pastagem e propriedades físico-hídricas do solo em Caatinga sob pastejo**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2014.
- GIULIETTI, A.M., BOCAGE NETA, A.L., CASTRO, A.A.J.F. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da Caatinga In: **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA-UFPE; Brasília, DF, p.47-90, 2004.
- GRANT, C.A.; PLATEN, D.N.; TOMAZIEWICZ, D.J.; et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, n. 95, p. 1-5, 2001.
- HOLECHEK, J.L.; BAKER, T.T.; BOREN, J.C.; GALT, C. Grazing impacts on rangeland vegetation: what we have learned. Livestock grazing at light-to-moderate intensities can have positive impacts on rangeland vegetation in arid-to-semiarid areas. **Rangelands**, v. 28, n. 1, p. 7-13, 2006.
- IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3. ed. In: CAVALCANTI, F.J.A. (Coord.). – Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 2008. 212p.
- LIMA, J.L.S. Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades. EMBRAPACPATSA: PNE: RBG-KEW, 1996. 44 p.

- LIMA, R.C.C.; CAVALCANTE, A.M.B; PEREZ-MARIN, A.M. (Org.). **Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro**. Campina Grande - PB: Instituto Nacional do Semiárido, 209p. 2011.
- LIRA, R.B. de; DIAS, N. da S.; ALVES, S.M.C.; et al. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 18-24, 2012.
- LITTELL, R.C.; HENRY, P.R. E AMMERMAN, C.B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal Animal Science**, v. 76, p. 1216–1231. 1998.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 889p. 2002.
- MASCHINSKI, J.; WHITHAM, T.G. The continuum of plant responses to herbivory: the influence of plant association, nutrient availability, and timing. **American Naturalist**, 134:1–19. 1989.
- MINOLTA CAMERA Co. Ltda **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta, Radiometric Instruments divisions, 1989. 22 p.
- MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p.127-132, 2002.
- MOREIRA, J.N.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M.V.F. dos; et al. Consumo e desempenho de vacas guzerá e girolando na caatinga do sertão pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p.13-21, 2007.
- OKASAKI, H.Y. **Características estruturais e deposição de serrapilheira de plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] sob diferentes intensidades de desfolha**. 2012. 68f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2012.
- OLIVEIRA, T.M.M; SALVIANO, A.M.; MORAES, M.J.A. de.; et al. Disponibilidade de cádmio em diferentes solos do rio grande do norte. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5 (Número Especial), p. 57-63, 2008.
- PARENTE, H.N.; PARENTE, M.O.M. Impacto do pastejo no ecossistema caatinga. **Arquivo Ciência Veterinária e Zoologia da UNIPAR**, v. 13, n. 2, p. 115-120. 2010.
- QUEIROZ, M.A. de. Recursos Genéticos Vegetais da Caatinga para o Desenvolvimento do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 6, p.1135-1150, 2011.
- SANTOS, J.C.B.; SOUZA JÚNIOR, V.S. de; CORRÊA, M.M; et al. Caracterização de neossolos regolíticos da região semiárida do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, pp. 683-696, 2012.
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEX, J.C.B. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.
- SAS INSTITUTE INC., **SAS/STAT User's Guide**, Version 8, Cary, 1464p., 1999.
- SEBATA, A. Woody Plant-Herbivore Interactions in Semi-Arid Savanna Ecosystems, **Herbivory**, Dr. Breno Barros (Ed.), ISBN: 978-953-51-1052-1, InTech, DOI: 10.5772/48400. Available from: <http://www.intechopen.com/books/herbivory/woody-plant-herbivore-interactions-in-semi-arid-savanna-ecosystems>
- SHANAHAN, J.F.; EDWARDS, I.B.; QUICK, J.S.; FENWICK, R.J. Membrane thermostability and heat tolerance of spring wheat. **Crop Science**, v. 30, p. 247-251, 1990.
- SILVA, A.C.O.; ALBUQUERQUE, U.P. Woody medicinal plants of the caatinga in the state of Pernambuco (Northeast Brazil). **Acta Botanica Brasilica** 19: 17-26. 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p. 2006.



- SILVA, E.C. da; NOGUEIRA, R.J.M.C.; AZEVEDO NETO, A.D. de et al. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. *IHERINGIA, Série Botânica*, v. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.
- SILVA, K.L.D.; CECHINEL FILHO, V. Plants of the genus *Bauhinia*: chemical composition and pharmacological potential. *Química nova*, v. 25, n. 3, p.449-454. 2002.
- SILVEIRA, M.M.L.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, E.V.S.B. Distribuição de fósforo em diferentes ordens de solo do Semiárido da Paraíba e de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 2 p.281-291, 2006.
- SOARES, A.B.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C.; et al. A. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. *Ciência Rural*, v. 35, n. 5, p.1148-1154, 2005.
- SOARES, A.B.; MEZZALIRA, J.C.; BUENO, E.A. C.; et al. Efeitos de diferentes intensidades de pastejo em pastagem nativa melhorada sobre o desempenho animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 1, p.75-83, 2006.
- SOUZA, V.C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: Guia ilustrativo para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. *Instituto Plantarum de Estudos da Flora*, p. 607, 2005.
- TINGTING, Z.; JUNPENG, L.; XINJUN, Z.; et al. Photosynthetic and morphological characters of *Caragana microphylla* in different slope aspects and positions. *Acta Ecologica Sinica*. v. 31, pp. 163–168. 2011.
- VALENTE, T.N.P.; LIMA, E. da S.; HENRIQUES, L.T.; et al. Anatomia de plantas forrageiras e disponibilidade de nutrientes para ruminantes: revisão. *Veterinária e Zootecnia*, v. 18, p.347-358, 2011.
- VANCE, C.P.; UHDE-STONE, C.; ALLAN, D.L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytol*, v.157, pp. 423–447. 2003.
- VAZ, A. M. S. da F.; TOZZI, A. M. G. A. *Bauhinia* ser. *Cansenia* (*Leguminosae: Caesalpinioideae*) no Brasil. *Rodriguésia*, v. 54, n. 83, p.55-143. 2003.
- YDOYAGA-SANTANA, D.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.1, p.69-78, 2011.
- ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E.U.; OLIVEIRA, M.A. de; et al. Índices biométricos e fisiológicos em feijoeiro sob diferentes doses de adubação fosfatada. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, suplemento 1, p. 1313-1324, 2010.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características morfofisiológicas do Feijão-bravo e Mororó são influenciadas pelos meses do ano em resposta as flutuações na precipitação pluvial e temperatura do ar.

A adubação fosfatada não influenciou, de forma geral, as características morfológicas relacionadas às dimensões das folhas do Feijão-bravo e Mororó, mas aquelas mais associadas com a produção, como peso de folhas, número de folhas por ramo e área foliar específica.

A adubação fosfatada proporcionou maiores taxas fotossintética ao Feijão-bravo do que o Mororó.

A oferta de forragem, ao contrário da adubação fosfatada, parece afetar mais a morfologia foliar do Feijão-bravo, notadamente nos meses que procederam à estação de pastejo.

## APÊNDICE



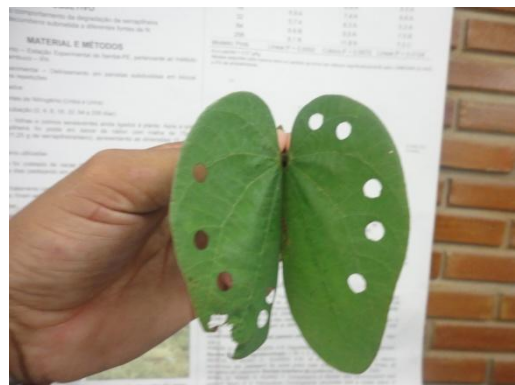
Plantas de Mororó [*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.] (esquerda) e Feijão-bravo [*Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl.] (direita).



Folhas de Mororó (esquerda) e Feijão-bravo com botão floral (direita)



Analisador de gás por infravermelho (IRGA) (esquerda) e medidor de índice SPAD (direita)



Medidor portátil de área foliar (esquerda) e retirada dos discos para mensuração do TRA e DM (direita)



Animais em pastejo na área experimental