

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**MORFOMETRIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA
PORNUNÇA (*Manihot* sp.) EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO E
ADUBAÇÃO FOSFATADA**

GUILHERME DE LIRA SOBRAL SILVA

**FORTALEZA-CE
FEVEREIRO-2013**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

**MORFOMETRIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-
BROMATOLÓGICA DA PORNUNÇA (*Manihot* sp.) EM FUNÇÃO
DA DENSIDADE DE PLANTIO E ADUBAÇÃO FOSFATADA**

GUILHERME DE LIRA SOBRAL SILVA

Médico Veterinário

FORTALEZA-CE
FEVEREIRO-2013

GUILHEME DE LIRA SOBRAL SILVA

**MORFOMETRIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-
BROMATOLÓGICA DA PORNUNÇA (*Manihot* sp.) EM FUNÇÃO
DA DENSIDADE DE PLANTIO E ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Prof^ª. Dr^ª. Maria Socorro de Souza Carneiro
Orientadora

Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade
Coorientador

**FORTALEZA-CE
FEVEREIRO-2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

S58m

Silva, Guilherme de Lira Sobral.

Morfometria e composição químico-bromatológica da pornunça (*manihot* sp.) em função da densidade de plantio e adubação fosfatada. / Guilherme de Lira Sobral Silva. – 2013.
106 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2013.

Área de Concentração: Forragicultura.

Orientação: Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro.

Coorientação: Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade

1. Euforbiáceas. 2. Lavouras xerófilas. 3. Nutrição Animal. I. Título.

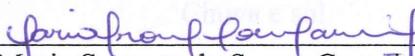
CDD 636.08

GUILHERME DE LIRA SOBRAL SILVA

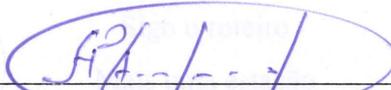
**MORFOMETRIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-
BROMATOLÓGICA DA PORNUNÇA (*Manihot sp.*) EM FUNÇÃO
DA DENSIDADE DE PLANTIO E ADUBAÇÃO FOSFATADA**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 27 de fevereiro de 2013

Comissão Examinadora:



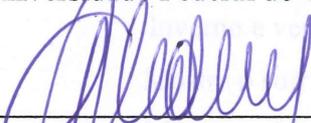
Prof.^a Dr.^a Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC



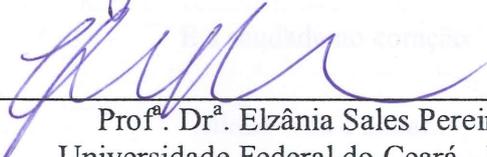
Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade (Coorientador)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido
Universidade Federal do Ceará - UFC



Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros
Instituto Nacional do Semiárido - INSA



Prof.^a Dr.^a Elzânia Sales Pereira
Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dr. Divan Soares da Silva
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

A Vida de Viajante

Minha vida é andar
Por esse país
Pra ver se um dia
Descanso feliz
Guardando as recordações
Das terras por onde passei
Andando pelos sertões
E dos amigos que lá deixei.

Chuva e sol
Poeira e carvão
Longe de casa
Sigo o roteiro
Mais uma estação
E a alegria no coração

Minha vida é andar

Mar e terra
Inverno e verão
Mostre o sorriso
Mostre a alegria
Mas eu mesmo não
E a saudade no coração

Minha vida é andar...

(Luiz Gonzaga)

DEDICO

*Ao meu pai Francisco, e a minha mãe Risoleta pela
compreensão, carinho, atenção e amor.*

*Aos meus irmãos Otacílio e Kamille pessoas que
partilham comigo muitos momentos, dando-me forças
para seguir adiante sempre.*

*Às minhas avós Maria do Carmo e Ivete Sobral (in
memoriam), que me proporcionaram uma infância alegre
e cheia de aprendizados.*

OFEREÇO

*Aos meus sobrinhos
Maria Luiza, Rafael e
Ricardo.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que vem me proporcionando ao longo da minha vida.

A Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e ao Instituto Nacional do Semiárido na realização desse sonho.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade e Prof^a. Dr^a Maria Socorro de Souza Carneiro; pelos conhecimentos, dedicação, companheirismo, amizade e paciência em todos os momentos.

A Capes pelo auxílio financeiro - bolsa de doutorado.

Aos Professores doutores Magno José Duarte Cândido, Ariosvaldo Nunes de Medeiros, Severino Gonzaga Neto, Riselane de Lucena Alcântara Bruno, Divan Soares da Silva e Elzânia Pereira Sales pela amizade e ensinamentos.

Aos pesquisadores Geovergue Rodrigues de Medeiros (INSA) e Jucilene Silva Araújo (INSA) pelo esforço e apoio na realização deste sonho.

A minha família, Rodrigo, Grace Kelly, Tio Itaici, Tia Vera, Amadeu, Carol, Weber, Rosilene, Maria Clara, Tio Lucinaldo, Tia Roseli, Christiane, Viviane, Danielle, Tio Rogério, Tia Ângela, Rodrigo Lira, Rafael, Tio Andrade, Tio Valdir, Tia Ivanecia, Ursula, Samuel, Aline, Junior, Tio Geraldo, Tia Aniceta, Acácio, Geany, Jackeline, Tio Claudio, Sandra, Vanessa, Danuza, Adson, Polyanna Moura pela compreensão e paciência.

Aos amigos que ajudaram na realização do projeto Junior Capelli (UFC), Janielle (UFC), Lucio (INSA), Adelino (INSA), Valeria (INSA), Jailson (INSA), Gustavo (INSA), Antonio (INSA).

A Marcia Almeida e Patrícia Barreto Andrade, o meu muito obrigado por estar sempre presente nessa trajetória tão difícil e pela confiança que sempre demonstrou, já mais esquecerei.

A Rômulo Rizzardo, Marieta, Luiz Neto, Leonilia Ferreira (*in memoriam*) Rildson Fontinele, Osvaldo Silva Barbosa, Fagner Falcão e Ivana pela amizade ajuda e superação das dificuldades.

Aos meus colegas do doutorado (PDIZ) pela oportunidade de tê-los conhecido e ter convivido em momentos tão diversos; Diogo (UFPB), Ariane (UFPB), Carla (UFPB), Paula (UFPB), Ana Barros (UFPB), Adelilian (UFPB), Diogo Ferraz (UFPB),

William Mochel (UFC), Marcelo Cassimiro (UFC), Jaime (UFC), Davi Rocha (UFC), Ana Patrícia (UFC), Ítalo (UFC), João Paulo (UFC), Marcos Góes (UFC), Chico (UFC), Elaine Santiago (UFC), Bia (UFC), Paulo César (UFC), Michelle (UFC).

Aos profissionais do Laboratório, Helena, Roseane e Fátima pela colaboração nas análises deste trabalho.

A todos que direta e indiretamente me ajudaram na execução desse trabalho.

AGRADEÇO E COMPARTILHO ESTA CONQUISTA

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	xvi
GENERAL ABSTRACT.....	xviii
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	20

CAPÍTULO 1

Morfometria e composição químico-bromatológica da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) em função da densidade de plantio e adubação fosfatada.....	22
REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
1. Origem e distribuição do gênero <i>Manihot</i>	23
2. Adaptação do gênero <i>Manihot</i> as condições edafo-climáticas.....	24
3. Características morfológicas da pornunça.....	25
4. Adubação fosfatada.....	25
5. Parte aérea da pornunça (<i>Manihot</i> sp.).....	27
5.1. Toxidez do gênero <i>Manihot</i>	28
5.2. Composição químico-bromatológica.....	29
5.3. Composição Mineral.....	31
6. Referências bibliográficas.....	32

CAPÍTULO 2

Crescimento da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob diferentes espaçamento e adubação fosfatada.....	40
RESUMO.....	41
ABSTRACT.....	42
1. INTRODUÇÃO.....	43
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4. CONCLUSÕES.....	53

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
------------------------------------	----

CAPÍTULO 3

Composição químico-bromatológica e mineral da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob diferentes densidades de plantio e adubação fosfatada.....	56
---	----

RESUMO.....	57
ABSTRACT.....	58
1. INTRODUÇÃO.....	59
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4. CONCLUSÕES.....	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

CAPÍTULO 4

Modelo para estimativa da área foliar da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) utilizando medidas morfométricas.....	92
---	----

RESUMO.....	93
ABSTRACT.....	94
1. INTRODUÇÃO.....	95
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	97
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
4. CONCLUSÕES.....	104
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

LISTA DE TABELA

CAPÍTULO 1

Morfometria e composição químico-bromatológica da pornunça (*Manihot sp.*) em função da densidade de plantio e adubação fosfatada

TABELA 1- Tabela 1. Descrição das espécies do gênero <i>Manihot</i> encontradas no Semiárido Brasileiro.....	23
--	----

CAPÍTULO 2

Crescimento da pornunça (*Manihot sp.*) sob diferentes espaçamento e adubação fosfatada

TABELA 1-Análise química do solo da Estação Experimental Lagoa Bonita.....	45
TABELA 2-Valores médios do número de rebrotações, número de folhas, número de ramos, altura e diâmetro da pornunça (<i>Manihot sp.</i>) no período seco e chuvoso, sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	49

CAPÍTULO 3

Composição químico-bromatológica e mineral da pornunça (*Manihot sp.*) sob diferentes densidades de plantio e adubação fosfatada

TABELA 1-Análise química do solo da Estação Experimental Lagoa Bonita.....	61
TABELA 2- Concentração média (g/kg) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot sp.</i>) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	63

TABELA 3- Concentração média (g/kg) da matéria orgânica (MO) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	67
TABELA 4- Concentração média (g/kg) de extrato etéreo (EE) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	69
TABELA 5- Concentração média (g/kg) de fibra em detergente neutro (FDN) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	71
TABELA 6- Concentração média (g/kg) de carboidrato total (CHOT) e carboidrato não fibroso (CNF) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	73
TABELA 7- Concentração média (g/kg) de potássio (K) e magnésio (Mg) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	76
TABELA 8- Concentração média (g/kg) de cálcio (Ca) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	80
TABELA 9- Concentração média (g/kg) de fósforo (P) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.....	82

CAPÍTULO 4

Modelo para estimativa da área foliar da pornunça (*Manihot* sp.) utilizando medidas morfométricas

TABELA 1-Análise química do solo da Estação Experimental Lagoa Bonita.....	97
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Crescimento da pornunça (*Manihot* sp.) sob diferentes espaçamento e adubação fosfatada

FIGURA 1-Variáveis morfométricas e precipitação pluvial durante o período experimental, no município de Campina Grande, PB.....	47
FIGURA 2-Média da altura em centímetros no período seco (A) e chuvoso (B) da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) cultivada em sequeiro, sob as diferentes doses de adubação fosfatada (A e B)*.....	49
FIGURA 3-Média do número de ramos no período seco (A) e chuvoso (B) da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) cultivada em sequeiro, sob os diferentes espaçamento de plantio (A e B)*.....	52

CAPÍTULO 3

Composição químico-bromatológica e mineral da pornunça (*Manihot* sp.) sob diferentes densidades de plantio e adubação fosfatada

FIGURA 1 - Concentração média (g/kg) da matéria seca (MS) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e	
--	--

E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	64
FIGURA 2 - Concentração média (g/kg) de proteína bruta (PB) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	66
FIGURA 3- Concentração média (g/kg) da matéria orgânica (MO) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	68
FIGURA 4 - Concentração média (g/kg) de extrato etéreo (EE) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	70
FIGURA 5 - Concentração média (g/kg) de extrato etéreo (EE) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	72
FIGURA 6 - Concentração média (g/kg) de carboidrato total (CHOT) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	74
FIGURA 7 - Concentração média (g/kg) de carboidrato não fibroso (CNF) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	76
FIGURA 8 - Concentração média (g/kg) de potássio (K) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	78
FIGURA 9 - Concentração média (g/kg) de magnésio (Mg) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)*	

e espaçamento de plantio (B, D e F)**	79
FIGURA 10-Concentração média (g/kg) de cálcio (Ca) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	81
FIGURA 11-Concentração média (g/kg) de fósforo (P) nas folhas, hastes e pool da pornunça (<i>Manihot</i> sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**	84

CAPÍTULO 4

Modelo para estimativa da área foliar da pornunça (*Manihot* sp.) utilizando medidas morfométricas

FIGURA 1 - Relação entre o método direto (AFReal) e o medidor de área foliar tipo esteira (AFLi-Cor) da folha pequena (A), folha média (B), folha grande (C) e da folha total (D) da pornunça (<i>Manihot</i> sp.).....	99
FIGURA 2- Relação entre o comprimento total da folha (A), largura total da folha (B) e comprimento x largura total da folha (C) pelo medidor de área foliar tipo esteira (AFLi-Cor) da pornunça (<i>Manihot</i> sp.).....	101
FIGURA 3- Relação entre o comprimento total da folha (A), largura total da folha (B), comprimento x largura total da folha (C) pelo método direto (AFReal) da pornunça (<i>Manihot</i> sp.).....	103

Morfometria e composição químico-bromatológica da pornunça (*Manihot* sp.) em função da densidade de plantio e adubação fosfatada

RESUMO GERAL

Nos últimos anos, várias pesquisas foram desenvolvidas na região Semiárida do Nordeste Brasileiro, no intuito de conhecer as potencialidades, tanto na produção como na qualidade de suas forragens. Como exemplo, a pornunça (*Manihot* sp.) na adição de fonte de proteína no arraçoamento de animais. Avaliou-se um modelo para a estimativa da área foliar, morfometria, composição químico-bromatológica e mineral da pornunça (*Manihot* sp.) em função da densidade de plantio e adubação fosfatada. O experimento foi conduzido em sistema de sequeiro, no período de maio 2010 a outubro de 2011. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, sendo 4 espaçamentos (1,5 x 1,5; 1,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 e 2,5 x 2,0 metros) e 4 doses de fósforo (0,0; 56,66; 113,32 e 169,98 gramas/covas de superfosfato simples). Foram marcadas 192 plantas, sendo 4 por parcelas para avaliações morfométricas (altura da planta, número de ramos, diâmetro de caule e número de folhas), químico-bromatológica e mineral (folhas, hastes e pool). No estudo do modelo para estimativa da área foliar, foram coletadas 3 folhas por planta, num total de 144, para determinação da AF utilizando o método direto (AFReal), medidor de área foliar tipo esteira (Li-Cor 3100) e por meio das dimensões lineares. O crescimento da pornunça, em termos de altura da planta, número de ramos, diâmetro de caule e número de folhas depende da distribuição temporal dos pulsos de precipitação, principalmente o número de folhas da planta. Dentre as variáveis de crescimento avaliadas, o número de folhas da planta é o mais sensível às variações da disponibilidade de água no solo e distribuição da chuva na estação chuvosa e, como consequência não há efeito do espaçamento de plantio nem da adubação fosfatada sobre esta variável. A densidade de plantio e a adubação fosfatada não influenciam o número de rebrotações, folhas e diâmetro da pornunça quando cultivada em sequeiro. Em condições de sequeiro, o espaçamento de plantio e a adubação fosfatada não interferem ($p > 0,05$) na composição químico-bromatológica das folhas e do pool da pornunça, em termos de MS, PB, FDN, CHOT e CNF a exceção do

teor de EE do pool. Pelo contrario, o espaçamento de plantio e a adubação fosfatada afetam ($p < 0,05$) na composição químico-bromatológica das hastes, a exceção do CHOT. A adubação fosfatada e o espaçamento de plantio influenciam os teores de magnésio e fósforo nas hastes e fósforo no pool da pornunça. A área foliar da pornunça determinada pelo medidor Li-Cor 3100 é cerca de 10% inferior em comparação ao método AFReal. O modelo que melhor se ajusta para a estimativa da área foliar foi do tipo potencial a partir das dimensões morfológicas se aproximarem mais quando se usa o produto da largura pelo comprimento da folha, independente do seu tamanho.

Palavras-chave: Euforbiácea, lavoura xerófila, limbo foliar, nutrição animal

Morphometry and chemical composition of pornunça (*Manihot* sp.) in function of the planting density and phosphorus fertilization

GENERAL ABSTRACT

In recent years, several studies have been developed in the semiarid region of Northeast Brazil, in order to know the potential, both in production and in the quality of the fodder. As an example, pornunça (*Manihot* sp.) used as addition of a protein source in animal feeding. It was evaluated a model for leaf area estimation, morphology, chemical composition and mineral of the pornunça (*Manihot* sp.) in function of planting density and phosphorus fertilization. The experiment was conducted under rainfed system in the period from May 2010 to October 2011. It was adopted a randomized block design in a factorial 4 x 4 with three replications and four spacings row (1,5 x 1,5; 1,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 and 2,5 x 2,0 meters) and four levels of phosphorus (0,0; 56,66; 113,32 and 169,98 grams/pits superphosphate). 192 plants were marked, being 4 by plots for morphological (plant height, number of branches, stem diameter and number of leaves), bromatological and mineral (leaves, stems and pool). In the model studies to estimate leaf area were collected 3 leaves per plant, for a total of 144 leaves, to determine the AF using the direct method (AFReal), leaf area meter (Li-Cor 3100) and by linear dimensions. The growth of pornunça in terms of plant height, number of branches, stem diameter, leaf number depends on the temporal distribution of precipitation pulses, particularly the number of leaves. Among the growth variables evaluated, the number of leaves of the plant is the most sensitive to changes in soil water availability and rainfall distribution during the rainy season and as a consequence there is no spacing row or phosphorus fertilization effect on this variable. Planting density and phosphorus fertilization did not influence the number of regrowth, leaves and diameter of the plant when it is grown in rainfed. Under rainfed conditions, the planting space and phosphorus fertilization do not interfere ($p > 0.05$) in the chemical composition of the leaves and the pool of pornunça, in terms of DM, CP, NDF, CHOT and NFC, with exception of EE content in the pool. Rather, the spacing row and phosphorus fertilization affect ($p < 0.05$) the chemical composition of the stems, with the exception

of CHOT. The phosphorus fertilization and planting spacing influence the levels of magnesium and phosphorus in the stems and phosphorus in the pool of the pornunça. The pornunça leaf area determined by the meter Li-Cor 3100 is about 10% lower compared to the AFReal method. The model that best fits to estimate the leaf area was the potential type from the morphological dimensions, when it gets closer if using the product of the width by length of the sheet, regardless of its size.

Keywords: Animal nutrition, euphorbia, leaf blade, xerophytic crop

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com uma área de aproximadamente 980.089,26 km² (IBGE, 2004), a região Semiárida do Brasil abrange a maior parte dos Estados do Nordeste com exceção do Maranhão e parte do Estado de Minas Gerais.

O clima das regiões semiáridas é seco, com temperaturas que variam de 23 a 37°C apresentando forte insolação com 2.800 h luz ano, proporcionando evaporação média de 2.800 mm anuais, umidade relativa do ar em torno de 50% (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005), com precipitações médias anuais que flutuam entre 400 e 800 mm e solos que apresentam baixo teor de matéria orgânica, horizontes adensados e pouca profundidade. Segundo Alfonsi e Camargo (1984), o clima é um fator praticamente imutável ao qual as explorações pecuárias devem se adaptar, uma vez que tem influência no desenvolvimento e produção de qualquer espécie vegetal ou animal.

As pastagens 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). Em termos quantitativos, a produção média anual das forrageiras nativas situa-se em torno de 4,0 t de MS/ha, com substanciais variações advindas de diferenças nos sítios ecológicos e flutuações anuais das características da estação de chuva (ARAUJO FILHO et al., 1995).

As forrageiras tropicais têm sido referenciadas como de baixo valor nutritivo, principalmente no que diz respeito à reduzida digestibilidade da matéria seca, teor de proteína, minerais, alto conteúdo de fibras (EUCLIDES, 1995) e uma disponibilidade irregular de forragem nessas pastagens são os fatores mais importantes que afetam a produção animal em condições extensivas (THIAGO et al., 1997). No entanto, a introdução e o cultivo de forrageiras exóticas, arbóreas, arbustivas ou herbáceas, não têm solucionado satisfatoriamente o problema, uma vez que há dificuldade no seu estabelecimento, em função do pequeno valor adaptativo nas condições edafoclimáticas prevalentes (BELTRÃO et al., 2008) com a exceção da palma, leucena e algaroba.

Os fatores edafoclimáticos dessa região favorecem o desenvolvimento de uma vegetação persistente as suas condições, formada, em sua maioria, por plantas xerófilas

e caducifólias, originando o tipo de formação florestal denominado de caatinga (LIMA et al., 1996). O caráter xerófilo dessas plantas permite a sua sobrevivência mesmo em períodos de secas prolongadas, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema e atenuando a degradação ambiental (ARRIEL et al., 2004). Dessa forma, o enfoque atual dos pesquisadores nas espécies nativas está diretamente relacionado à busca de forrageiras que proporcionem uma elevada produção de biomassa e boas características nutricionais.

Dentre as inúmeras plantas xerófitas da caatinga, algumas apresentam características forrageiras importantes, a exemplo da pornunça (*Manihot* sp), planta perene, da família das Euforbiáceas, pertencente ao gênero *Manihot*, possui folhas ricas em proteínas e elevados teores de carboidratos nas raízes (principalmente amido). Diante do exposto, alguns autores como Giulietti et al. (2004), chamaram atenção ao fato de que o potencial forrageiro das plantas da caatinga foi muito pouco estudado, e tem sido mais fácil importar espécies do que selecionar e melhorar as nativas.

Nesse contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do espaçamento de plantio e a adubação fosfatada sobre o crescimento, composição químico-bromatológica da pornunça (*Manihot* sp), cultivada em sequeiro e, propor um modelo matemático para estimativa da área foliar da planta, a partir de medidas lineares.

CAPÍTULO 1

Referencial Teórico

**MORFOMETRIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA
PORNUNÇA (*Manihot* sp.) EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO E
ADUBAÇÃO FOSFATADA**

1. ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DO GÊNERO *MANIHOT*

Acredita-se que o gênero *Manihot* seja originário do continente americano por serem encontradas formas nativas distribuídas desde os Estados Unidos até a Argentina e tenham sido levadas algumas espécies, pelos indígenas, para o Brasil e América Central (SAUER, 1994).

De acordo com Nassar (2000a), é um gênero exclusivo dos neotrópicos, com 98 espécies, 80 delas no Brasil, que é considerado o principal centro de diversidade do gênero. A maioria das espécies ocorrem em regiões secas, embora algumas sejam encontradas em florestas tropicais e tendem a ser esporádicas na sua distribuição e nunca dominante na vegetação (NASSAR, 2002).

A maior diversidade biológica das espécies do gênero *Manihot* no Brasil ocorre na Região Central, nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Muitas das espécies também ocorrem na Região Nordeste e na Região Amazônica (ALLEM, 2002).

No Nordeste são listadas, de acordo com Nassar (2000b), as seguintes espécies de *Manihot*: *M. zehntneri* Ule, *M. surinamensis* Rogers & Appan, *M. quinquefolia* Pohl, *M. pseudoglaziovii* Pax & Hoffmann, *M. maracasensis* Ule, *M. quinquepartita* Huber, *M. caerulescens* Pohl, *M. marajoara* Chermont de Miranda, *M. tristis* Mueller, *M. glaziovii* Müll. Arg., *M. epruinosa* Pax & Hoffmann, *M. brachyandra* Pax & Hoffmann, *M. dichotoma* Ule, *M. leptophylla* Pax, *M. reniformis* Pohl e *M. heptaphylla* Ule.

De acordo com Amorim et al. (2006), no Semiárido Brasileiro (SAB) encontram-se oito espécies do gênero *Manihot* (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição das espécies do gênero *Manihot* encontradas no Semiárido Brasileiro.

Nome Científico	Nome popular
<i>Manihot glaziovii</i> Muel. Arg.	maniçoba do Ceará
<i>Manihot dichotoma</i> Ule	maniçoba de Jequié
<i>Manihot caerulescens</i> Pohl	maniçoba do Piauí
<i>Manihot diamantinensis</i> Allem	mandioca brava
<i>Manihot jacobinensis</i> Muell. Arg.	mandioca brava
<i>Manihot janiphoides</i> Muel. Arg.	mandioca brava
<i>Manihot maracasensis</i> Ule	maniçoba
<i>Manihot</i> sp.	mandioca tapuio

Fonte: Amorim et al. (2006)

Além das espécies já citadas, do Semiárido, segundo Amorim et al. (2006), descreveram uma nova espécie originária do cruzamento natural da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) com a maniçoba (*Manihot glaziovii* Mull.) que dependendo da região pode ser conhecida como: Pornunça, pornúncia, prinunça, pornona, mandioca de sete anos ou maniçoba de jardim (*Manihot* sp.).

As espécies arbóreas de *Manihot* ocorrem exclusivamente na Região Nordeste e possuem fracas barreiras de isolamento reprodutivo o que tem levado a uma extensiva hibridização natural, dificultando a taxonomia e delimitação dessas espécies (NASSAR, 2000a). Devido essa grande diversidade o seu nome científico ainda não foi definido. Entretanto, a terminologia *Manihot* sp., vem sendo designada para identificá-la.

2. ADAPTAÇÃO DO GÊNERO *MANIHOT* ÀS CONDIÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS

A temperatura ideal para o cultivo é em média de 20° C, todavia não há dificuldades em seu desenvolvimento em temperaturas acima de 27 e 28° C (PEIXOTO, 1963). Possui grande persistência aos períodos de estiagem e a quedas de temperatura abaixo de 15° C, quando paralisam a atividade (PRATA, 1983).

Ferreira et al. (2009), ressaltaram que algumas espécies do gênero *Manihot* apresentaram alta persistência à seca e tolerância a solos pobres e ácidos. Normalmente é encontrada vegetando em áreas abertas e se desenvolve na maioria dos solos tanto calcários e bem drenados como nos profundos e pedregosos, das elevações e das chapadas (SOUZA et al., 2006). Porém, os solos muito argilosos devem ser evitados, pois são mais compactos, dificultam o crescimento das raízes, apresentam maior risco de encharcamento e de apodrecimento das raízes e dificultam a colheita, principalmente se ela coincide com a época seca. Os terrenos de baixada, com topografia plana e sujeitos a encharcamentos periódicos, são também inadequados para o cultivo da mandioca, por provocarem um pequeno desenvolvimento das plantas e o apodrecimento das raízes (SOUZA e FIALHO, 2003).

3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA PORNUNÇA (*MANIHOT* sp.)

Estudos relacionados às características morfológicas da pornunça (*Manihot* sp) ainda são insipientes devido ao reduzido número de pesquisas relacionadas a esta planta. Alguns autores, como Ferreira et al. (2009) e Amorim et al (2006), afirmaram que a pornunça é um híbrido natural entre maniçoba e a mandioca e apresenta semelhanças entre elas.

A folha da Pornunça (*Manihot* sp.) tem características semelhantes à mandioca. De acordo com Fukuda e Guevara (1998), a folha tem formato apical com sete lóbulos e de coloração verde-escura e pecíolo verde na base e vermelho na extremidade, como também seus frutos. No entanto, apresenta marcas foliares e caule semelhantes aos da maniçoba. Segundo Andrade et al. (2004), a maniçoba apresenta tronco lenheiro, podendo apresentar bifurcações primárias, secundárias e terciárias. Além dessas características, a Pornunça apresenta uma grande produção de flores o que justifica o seu grande potencial melífero, no entanto dispõe de baixa produção de sementes.

Explorar as potencialidades do semiárido de forma sustentável e economicamente viável exige a compreensão de que a natureza tem que ser respeitada e de que ela é quem deve determinar a forma e a época em que as atividades agrícolas podem ser executadas. Na verdade, pouco se tem por fazer para poder explorar as potencialidades do semiárido, o que é necessário é aprender com a diversidade da natureza dessa região e pensando conceitualmente a semiáridez como vantagem e não como desvantagem (ANDRADE et al., 2006).

4. ADUBAÇÃO FOSFATADA

A baixa produtividade das forrageiras, ou a sua diminuição com o passar dos anos após o estabelecimento em solos tropicais, tem como causas principais: a toxidez de alumínio e manganês e a baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente de fósforo e de nitrogênio (RAO et al., 1995). A associação entre a necessidade da planta de se adaptar às condições climáticas da região juntamente com o seu potencial

forrageiro é melhorada quando a fertilidade do solo atende as suas exigências, fazendo com que a planta possa expressar seu potencial. Quando isso não é possível, torna-se essencial o uso de fertilizantes para então poder atender as exigências da planta (ALVIM et al., 2003).

Os nutrientes minerais geralmente são classificados como macro ou micronutrientes que após serem absorvidos pelas raízes das plantas, são translocados para diversas partes onde são utilizados em numerosas funções biológicas (TAIZ E ZEIGER, 2004). O nitrogênio, o fósforo e o potássio são os três macronutrientes mais usados na adubação de restituição ou corretiva.

As adubações a base de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) têm como finalidade repor a quantidade de nutrientes retirados pelas plantas (adubação de restituição) ou melhorar os padrões atuais de fertilidade do solo denominada de adubação corretiva. Esse tipo de adubação pode ser feito empregando isoladamente adubos com fontes de N, P_2O_5 e K_2O , ou utilizando misturas de adubos (OLIVEIRA, 1998). Em geral, menos da metade do fertilizante aplicado é utilizado pelas plantas. O restante pode ser perdido pelo processo de lixiviação ou permanecer aderido às partículas do solo (NOLAN e STONER, 2000).

O fósforo apresenta-se como um dos macronutrientes mais exigidos para a nutrição vegetal, sendo componente essencial de todo organismo vivo, além de ser considerado o segundo nutriente mais abundante na matéria orgânica do solo (NOVAES et al., 2007). Nesse contexto, o elemento fósforo é considerado fator limitante em todos os agroecossistemas e sua adição ao solo resulta em incrementos na produtividade vegetal (GOMES et al., 2008).

Este mineral (P) é fundamental no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (GRANT, et al., 2001). Porém a utilização das fontes de fósforo deve ser racionalizada, visto que este elemento constitui recurso natural não renovável (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

A deficiência de fósforo pode reduzir tanto a respiração como a fotossíntese. Se a respiração reduzir mais que a fotossíntese, os carboidratos se acumulam deixando as folhas com coloração verde-escura, pode diminuir a síntese de ácido nucleico e de

proteína, induzindo a acumulação de compostos nitrogenados solúveis (N) no tecido. Finalmente, o crescimento da célula é retardado e potencialmente paralisado. Como resultado, os sintomas de deficiência de P incluem diminuição na altura da planta, atraso na emergência das folhas e redução na brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, na produção de matéria seca e na produção de sementes. (GRANT, et al., 2001). Somados a esses fatos, a absorção, assimilação e translocação de nitrogênio nas plantas podem ser restringidas pela deficiência de fósforo (GNIAZDOWSKA et al., 1999).

Os teores de fósforo nas plantas podem variar entre 0,5 a 3,0 g/kg na matéria seca, porém valores superiores a 3,0 g/kg de fósforo nas folhas poderão causar toxicidade (DECHEN e NACHTIGALL, 2007). Em plantas de mandioca, Parry et al. (2005) utilizando superfosfato triplo (28 kg ha⁻¹), obtiveram maior acúmulo de fósforo nas folhas (2,9 g/kg), ramos (1,2 g/kg) e raízes (0,8 g/kg). Comparando o efeito da adição de superfosfato simples (20% de P₂O₅) e de esterco ovino (10 ton ha⁻¹), Silva et al. (2010) constataram que a aplicação de fertilizante químico foi mais eficiente na produção total de matéria seca (2516,98 kg ha⁻¹) e altura (185,33 cm) do que a adubação orgânica. Pellet e Sharkany (1993a) ressaltam que a resposta à aplicação de fósforo em plantas de mandioca depende do equilíbrio entre o crescimento da parte aérea e o armazenamento deste nutriente no sistema radicular, logo a deficiência deste elemento pode limitar mais intensamente o crescimento da parte aérea do que o desenvolvimento radicular.

5. PARTE AÉREA DA PORNUNÇA (*MANIHOT* sp.)

Estudos da disponibilidade de matéria seca da parte aérea dos três estratos (herbáceo, arbóreo e arbustivo) da vegetação da caatinga foi de 2.781 kg ha⁻¹, formada por 67 espécies vegetais, das quais 28 herbáceas, 20 arbustivas e 19 arbóreas (MOREIRA et al., 2006). A parte aérea das euforbiáceas pode ser uma alternativa para aumentar a viabilidade econômica e a produtividade da pecuária dessa região durante o período crítico (estação seca), visto que possui alto valor nutritivo e boa aceitabilidade pelos animais (FERREIRA et al., 2009).

Quando se usa a parte aérea da planta, o importante é que as cultivares apresentem alta produtividade de massa verde, alto teor de proteínas e boa retenção foliar (FUKUDA et al., 2003). Esta parte corresponde a toda porção da planta, que se encontra acima do solo e corresponde aproximadamente a 50% do peso fresco da mesma, sendo composto por talos e pecíolos (40%) e folhas (10%) (BUIRAGO, 1990). No entanto, tradicionalmente, para alimentação animal considera-se como aproveitável, nos cultivos acima de oito meses, o terço superior que é mais enfolhado e, conseqüentemente mais rico sob o ponto de vista nutricional (NUNES IRMÃO et al., 2008). Dentre estes componentes apenas as folhas não são energéticas, constituídas principalmente de proteína (CURCELLI et al., 2008). Desta forma, a parte aérea pode ser considerada um volumoso relativamente rico em proteínas (MARQUES e CALDAS NETO, 2002).

Em estudos recentes de produtividade da parte aérea da pornunça, submetida a duas podas e um espaçamento de plantio (3,0 x 3,0 m), Ferreira et al. (2009) obtiveram uma produção de 468, 31 e 178, 34 kg/MSha para primeira e segunda poda, respectivamente. Já Vasconcelos et al. (2010), sem e com diferentes fontes de adubação (adubo químico, esterco bovino e digesta bovina), um espaçamento (2,0 x 2,0 m) e submetida a uma poda, verificaram uma produção média de 222, 67 kg/MSha para pornunça.

5.1. TOXIDEZ DO GÊNERO *MANIHOT*

São consideradas plantas cianogênicas aquelas que contêm como princípio ativo o ácido cianídrico (HCN). Este é um líquido incolor, muito volátil, considerado como uma das substâncias mais tóxicas que se conhece. Nas plantas, o HCN encontra-se ligado a carboidratos denominados de glicosídeos cianogênicos, que é liberado após sua hidrólise (AMORIM et al., 2006).

Atualmente são conhecidas 2650 plantas chamadas cianogênicas provenientes de 550 gêneros e 130 famílias. As famílias nas quais a cianogênese é especialmente comum são: Araceae, Asteraceae (compositae), Euphorbiaceae, Fabaceae (Leguminosae), Flacourtiaceae, Malesherbiaceae, Papaveraceae, Passifloraceae,

Poaceae (Gramineae), Proteaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Sapindaceae e Turneraceae. Essas famílias são responsáveis pela produção de mais 60 glicosídeos cianogênicos diferentes (SEIGLER et al., 1991).

Tewe (1991) estudando a desintoxicação de produtos de *Manihot* para o consumo animal relata que quando a planta sofre algum dano mecânico ou fisiológico e a estrutura celular é rompida, os glicosídeos intracelulares (linamarina e lotaustralina) tornam-se expostos à enzima extracelular (linamarinase) produzindo glicose e acetona cianidrina. Esta, sob a ação das enzimas α -hidroxinitrila liase e β -glucosidade produzirão acetona e HCN. Para Araújo e Cavalcanti (2002) a reação pode ocorrer espontaneamente quando o pH é superior a quatro e a temperatura acima de 30°C e, a reação hidrolítica pode ocorrer no rúmen pela atividade microbiana. Este ácido quando ingerido em quantidade superior a 2,4 mg/kg⁻¹ de peso vivo, poderá provocar sua intoxicação (SOUZA et al., 2006).

Apesar do receio no fornecimento das espécies selvagens para os animais sob o risco de intoxicação, muitos produtores estão domesticando o uso destas plantas, utilizando técnicas de armazenamento e aproveitamento para o suprimento no período de estiagem (FUKUDA, 2000). De uma maneira geral, pode-se observar que na planta verde, em início de brotação, a maniçoba apresenta um teor médio de HCN de 1000 mg/kg de matéria seca. Por outro lado, quando esta mesma planta é fenada, o teor de HCN baixa para menos de 300 mg/kg de matéria seca (ARAÚJO e CAVALCANTI, 2002) e menos de 100 mg de HCN/kg na MS com o processo de ensilagem (SOARES, 2000).

5.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA

Na exploração das pastagens, um dos aspectos a ser considerado é a composição químico-bromatológica, que varia de acordo com a especificidade e parte da planta, época do ano, condições de temperatura, umidade, fertilidade de solo e manejo (VAN SOEST, 1994). A composição química pode ser utilizada como característica de qualidade das espécies forrageiras, porém depende de aspectos de natureza genética e

ambiental; além disso, não deve ser utilizada como o único determinante da qualidade de um pasto (PACIULLO et al., 2001).

A qualidade do pasto assume grande importância, porque a deficiência ou o baixo consumo de qualquer nutriente essencial restringe a produção animal (BLASER, 1994). Por isso a composição bromatológica é um dos principais critérios utilizados para medir o valor nutritivo de uma forragem (MOREIRA FILHO et al., 2009). No entanto diferenças nesses valores ocorrem, principalmente, devido às adversidades climáticas por ocasião da secagem ou mesmo pela conservação do material (NUNES IRMÃO et al., 2008).

Ferreira et al. (2009), estudando o valor nutritivo da parte aérea de algumas espécies do gênero *Manihot*, na forma *in natura*, dentre elas a pornunça, obtiveram 239,50-287,50 g/kg para matéria seca (MS), 61,10-65,70 g/kg para matéria mineral (MM), 189,40-191,40 g/kg para proteína bruta (PB) e 336,60-369,50 g/kg para fibra em detergente neutro (FDN). Já Vasconcelos et al. (2010), em respostas a diferentes fontes de adubação obtiveram 292,40; 62,90; 139,10; 448,50 e 937,10 g/kg para MS, MM, PB, FDN e matéria orgânica (MO), respectivamente.

No que se refere aos teores de extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF), os dados referente à pornunça ainda são insuficientes. Por isso outras espécies do mesmo gênero, como a mandioca e a maniçoba são referendadas como base de estudo. Os valores percentuais médios relatados por Ferreira et al. (2009), Matos et al. (2005) e Souza et al. (2006) para extrato etéreo (EE) foram 26,60 g/kg para mandioca, 28,40 e 29,70 g/kg para maniçoba na forma *in natura*, respectivamente e segundo Mendonça Junior et al. (2008), 631,70 g/kg para CT e 227,90 g/kg para CNF.

A composição químico-bromatológica desta planta pode variar dependendo da adubação, espaçamento, idade de corte da planta e tipo de conservação que a planta for submetida.

5.3. COMPOSIÇÃO MINERAL

Embora representem apenas 4% do peso corporal dos animais, os minerais estão presentes em proporções variáveis em todos os tecidos e exercem funções vitais no organismo, com reflexos no desempenho animal (DAYRELL, 1993). No caso de ruminantes, um fornecimento adequado de minerais é importante para otimização da atividade microbiana no rúmen (NRC, 1996). Além disso, esses elementos inorgânicos não podem ser sintetizados pelo organismo animal, devendo ser fornecidos de forma balanceada na alimentação diária (BEEDE, 1991). De acordo com McDowell (2001), a deficiência de minerais provoca diversas doenças, a saber: hipocalcemia (Ca), hipomagnesemia (Mg), predisposição à hipomagnesemia (K), raquitismo e osteomalácia (Ca e P).

Segundo Wittwer e Contreras (1980) o cálcio, o fósforo inorgânico e o magnésio representam os principais macrominerais. Para que esses minerais sejam assimilados pelo organismo animal, é necessário o fornecimento de nível adequado desses minerais na dieta, pois o excesso ou deficiência de um interfere na própria utilização do outro (CAVALHEIRO e TRINDADE, 1992).

A composição mineral de espécies forrageiras varia com uma série de fatores, entre os quais se destacam: solo e adubações realizadas, diferenças genéticas entre espécies, variedades, estações do ano e intervalo de cortes (ANDRADE et al., 2000).

Estudos da composição mineral da maniçoba, realizados por Parente et al (2007) e Araújo Filho et al. (2011) evidenciam teores de 14,6 g/kg de fósforo (P), 78,4 g/kg de potássio (K), 37,7 g/kg de cálcio (Ca), 54,5 g/kg de magnésio (Mg) e 24,0-26,0 g/kg para o P, 119,0-163,0 g/kg para K, 94,0-95,0 g/kg para Ca e 38,0-44,0 g/kg para Mg, respectivamente. Ferreira et al. (2009), descreveram teores de 9,7-12,2 g/kg (Ca), 1,8 g/kg (P), 5,0-6,5 g/kg (K) e 3,3-3,7 g/kg (Mg) para pornunça.

Portanto, é importante o conhecimento da composição mineral de qualquer forragem, pois permite corrigir eventuais deficiências que possam limitar a produção de matéria seca das plantas ou comprometer o desempenho animal, prejudicando a eficiência do sistema produtivo (MELLO et al., 2006).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P. Condições geológicas do Pantanal Mato-Grossense e de sua área de influência. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. 265 p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5).

ALLEM, A.C. **The origin and taxonomy of cassava**, In: HILLOCKS, R.J.; THRESH, J.M.; BELLOTTI, A. C. (Eds.). *Cassava: Biology, Production and Utilization*. Oxon, UK: CABI Publishing, p.1-16, 2002.

ALVIM, M.J.; BROTEL, M.A.; REZENDE, H. et al. Avaliação sob pastejo do potencial forrageiro de gramíneas do gênero *Cynodon*, sob níveis de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 47-54, 2003.

AMORIM, S. L.; MEDEIROS, R.M.T.; RIETCORREA, F. Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil. **Revista Ciência Animal**, v.16, n.1, p.17-26, 2006.

ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

ANDRADE, A.P.; SOUSA, E.S.; SILVA, D.S. et al. Produção Animal no Bioma Caatinga: Paradigmas dos 'Pulsos - Reservas'. **Revista Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa, PB, v. 35, n. Suplemento, p. 138-155, 2006.

ANDRADE, M.V.M.; PINTO, M.S.C.; ANDRADE, A. P. et al. Fenologia da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) em função do sistema de manejo do solo e densidade de plantio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 41, 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. p.369.

ARAÚJO, G.G.L.; CAVALCANTI, J. **Potencial de utilização da maniçoba**. III Simpósio Paraibano de Forrageiras Nativas, Areia-PB. (CD ROM), 2002.

ARAÚJO FILHO, J. A.; SOUSA, F. B.; CARVALHO, F.C. Pastagens no semiárido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. **Anais...** Brasília:SBZ, 1995. p.63-75.

ARAÚJO FILHO, J.T.; PAES, R.A.; AMORIM, P.L de. et al. Características morfológicas e valor nutritivo da maniçoba submetida a espaçamentos de plantio e adubações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.12, n.3, p.573-582, 2011.

ARRIEL, E.F.; PAULA, R. C de.; BAKKE, O. A. et al. DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM *Cnidioscolus phyllacanthus* (MART.) PAX. ET K. HOFFM. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.813-822, maio-dez. 2004.

BEEDE, D.K. **Mineral and water nutrition in dairy nutrition management**. Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice, Philadelphia, v.7, n.2, p. 373-390, 1991.

BELTRÃO, F.A.S.; PIMENTA FILHO, E.C.; PAES, R.A. et al. Comportamento da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* muell arg) sob diferentes espaçamentos e adubações. **Revista Caatinga**. v.21, n.4, p.163-166, outubro/dezembro de 2008.

BLASER, R.E. **Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens**. In: PEIXOTO, A.M. (Ed.). Pastagens: fundamentos da exploração racional. 2.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.279-335.

BUITRAGO, A.J.A. **La yucca en la alimentación animal**. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colômbia, 1990. 446p.

CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzato. 1992. 141p.

CURCELLI, F.; BICUDO, S.J.; ABREU, M.L de. et al. Uso da mandioca como fonte na dieta de ruminantes domésticos. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.4, p. 66-80, 2008.

DAYRELL, M.S. Suplementação mineral para vacas de leite de alta produção. In: MINISIMPÓSIO DO COLÉGIADO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE GADO LEITEIRO, 9., 1993, Valinhos. **Anais...**Campinas: C.B.N.A, 1993. p. 71-81.

DECKER, A.R.; NACHTIGALL, G.R. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. 2007, In: FERTILIDADE DO SOLO. Roberto Ferreira Novaes, Vitor Hugo Alvarez V., Nairan Felix de Barros, Renildes Lúcio F. Fontes, Reinaldo Bertola Cantarutil, Julio César Lima Neves. Viçosa–MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1017 p.

EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero Panicum. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, **Anais...FEALQ**: Piracicaba, 1995. p. 245-276.

FERREIRA, A.L.; SILVA, A.F.; PEREIRA, L.G.R. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.129-136, 2009.

FUKUDA, W.M.G.; FUKUDA,C.; CALDAS, R.C. et al. **Avaliação e seleção de variedades de mandioca com a participação de agricultores do semi-árido do Nordeste brasileiro**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 42p. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Boletim de Pesquisa, 18, p. 41-42.

FUKUDA, W.M.G.; IGLESIAS, C.; SILVA, S. de O. **Melhoramento de Mandioca Cruz das Almas**: Embrapa Mandioca e fruticultura, 2003. 53p. (Documentos, N. 54).

FUKUDA, W. M.; GUEVARA, C.L. **Descritores morfológicos e agrônômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1998, 38p. (EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 78).

GIULIETTI, AM.; BOCAGE, 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: 2004. p. 47-90.

GOMES, M.A.F.; SOUZA, M.D. de; BOEIRA, R.C. et al. **Nutrientes vegetais do meio ambiente: ciclos biquímicos, fertilizantes e corretivos**. 2º edição rev. e amp. Documento 66, Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2008, 62 p.

GNIASZDOWSKA, A.; KRAWCZAK, A.; MIKULSKA, M. et al. Low phosphorus nutrition alters beans plants' ability to assimilate and translocate nitrate. **Journal of Plant Nutrition**, 22:551-563, 1999.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ D.J. et al. **A Importância do Fósforo no Desenvolvimento Inicial da Planta**. Better Crops with Plant Food, Norcross, n.2, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa de População para 2004. Disponível em: http://www2.ibge.gov.br/pub/Estimativas_Projeções_População/Estimativas_2004 >. Acesso em: 18 de outubro de 2010.

LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, E.B. de; MACHADO, S. do A. Equações para estimativa de biomassa de espécie de Prosopis no Semiárido brasileiro. **Boletim de Pesquisa Florestal**. v. 32-33, p. 67-70. 1996.

MARQUES, J. A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação animal: Parte aérea e raiz**. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.

MATOS, D.S.; GUIM, A; BATISTA, Â.M.V. et al. Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot epruinosa*). **Archivos de Zootecnia**. 54: 619-629. 2005.

McDOWELL, L.R. Recent advances in minerals and vitamins on nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. v.2, p.51-76.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; RESTLE, J. et al. Composição química, digestibilidade e cinética de degradação ruminal das silagens de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.35, n.4, p.1523-1534, 2006.

MENDONÇA JUNIOR, A.F.; BRAGA, A.P.; CAMPOS, M.M.C. et al. Avaliação da composição química, consumo voluntário e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de manicoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.), fornecidas a ovinos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra.** V. 8, n. 1, 2008.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL-MIN. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro.** Brasília, DF, 32p, 2005.

MOREIRA FILHO, E.C.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A.P. et al. Composição química de maniçoba submetida a diferentes manejos de solo, densidades de plantio e alturas de corte. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 187-194, 2009.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. dos.; et al. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1643- 1651, 2006.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do solo.** Universidade Federal de Lavras. 2ª edição, Lavras. 2006, 523 p.

NASSAR, N.M.A. Cassava, *Manihot esculenta* Crantz, genetic resources: origin of the crop, its evolution and relationships with wild relatives. **Genetics and Molecular Biology**, v.1, n.4, p.298-305, 2002.

NASSAR, N.M.A. Cytogenetics and evolution of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.4, p.1003-10014, 2000b.

NASSAR, N.M.A. Wild cassava spp.: biology and potentialities for genetic improvement. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.1, p.201-212, 2000a.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.

NOLAN, B.T.; STONER, J.D. Nutrients in groundwater of the center conterminous United States. *Environ. Science Techonology*. 34:1156-1165. 2000.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F.N. **Fósforo**. 2007, In: Fertilidade do solo. Roberto Ferreira Novaes, Vitor Hugo Alvarez V., Nairan Felix de Barros, Renildes Lúcio F. Fontes, Reinaldo Bertola Cantarutil, Julio César Lima Neves. Viçosa–MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1017 p.

NUNES IRMÃO, J.; FIGUEIREDO, M.P.; PEREIRA, L.G.R. et al. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.158-169, 2008.

OLIVEIRA, M. de. **Fertilidade do solo em 4 semanas: Lições de química, fertilidade e manejo de solos**. Mossoró: ESAM, 1998, 50p.

PACIULLO, D.S.C; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. et al. Composição química e digestibilidade *in vitro* de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade da planta e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.964-974, 2001 (supl. 1).

PARENTE, H.N.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P. et al. Influenda da Adubação Nitrogenada sobre o Crescimento Inicial e Composição Química e Mineral da Maniçoba (*Manihot* sp.). **Revista Científica de Produção de Animal**, v.9, n.2, 2007.

PARRY, M. M.; CARVALHO, J. G. de; KATO, M. do S.A. et al. Estado nutricional da mandioca cultivada em diferentes épocas sob cobertura morta e duas adubações. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n.43, p. 91-114, 2005.

PEIXOTO, A.R. **Mandioca**. 2ª edição, Edições SAI, 36P., 1963.

PELLET, D.; SHARKAWY, M.A. Cassava varietal response to phosphorus fertilization. II. Phosphorus uptake and use efficiency. **Field Crops Research**, v.35, p.13-20, 1993.

PRATA, F.C. **Principais Culturas do Nordeste**. 2ª edição, vol. II, Coleção Mossoroense, Editerra, 215p., 1983.

RAO, I.M.; AYARZA, M.A.; GARCIA, R. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils I. Differences in plant growth, nutrient acquisition and nutrient utilization among C4 grasses and C3 legumes. **Journal of Plant Nutrition**, 18:2135-2155, 1995.

SAUER, J.D. **Euphorbiaceae – Crown-of-thorns family**. In: Historical geography of crop plants: A select roster. pp.56-62, 1994.

SEIGLER, D.S. "**Cyanide and cyanogenic glycosides**". In: Rosenthal GA and Berenbaum MR (eds) The Chemical Participants. Series: Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites, pp. 35–77. San Diego: Academic Press, 1991.

SILVA, A.P.G.; SILVA, D.S.; SANTOS, E.M. et al. **Avaliação biométrica e produtividade da rebrota de maniçoba (*Manihot pseudoglasiovii*) em função da densidade do plantio e da adubação orgânica e mineral**. 47º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Salvador–BA–UFBA, 27 a 30 de Julho de 2010.

SOARES, J.G.G. **Avaliação da silagem de maniçoba**. (EMBRAPA-CPATSA: Comunicado Técnico, N. 93). Petrolina, PE: EMBRAPACPATSA, 3p. 2000.

SOUZA, de E.J.O.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V. et.al. Qualidade de silagens de manicoba (*manihot epruinosa*) emurchedida. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.212, p.351-360, 2006.

SOUZA, L.S.; FIALHO, J.F.; **Cultivo da mandioca para a Região do Cerrado**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, sistemas de produção, 8. ISSN 1678-8796 Versão eletrônica, Janeiro de 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.

TEWE, O.O. Detoxification of cassava products and effects of residual toxins on consuminging animals. In: EXPERT CONSULTATION ON ROOTS, TUBER, PLANTAIS AND BANANAS IN ANIMAL FEEDING. Cali, Colômbia, 1991. Disponível em <:\Fao_roots\ahpp95.htm>.

THIAGO, L.R.L.; SILVA, J.M.; GOMES, R.F.C. et al. **Pastejo de milho e aveia para a recria e engorda de bovinos**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1997. 33p. (Boletim de Pesquisa, 6)

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; EDIVAN. R.L. et al. Morfometria, produção e composição bromatológica da Manicoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, n.2, p.36, 2010.

WITWER, F.; CONTRERAS, P.A. Empleo de los perfiles metabólicos en el sur de Chile. **Archivos de Medicina Veterinária**, v.12, n.2, p.221-228. Jul/Dic. 1980.

CAPÍTULO 2

**Crescimento da pornunça (*Manihot* sp.) sob diferentes densidades de
plantio e adubação fosfatada**

Crescimento da pornunça (*Manihot* sp.) sob diferentes densidades de plantio e adubação fosfatada.

RESUMO

Avaliou-se o efeito do espaçamento de plantio e da adubação fosfatada sobre o crescimento vegetativo da pornunça (*Manihot* sp.), cultivada em sistema de sequeiro no período de maio 2010 a outubro de 2011. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, sendo 4 espaçamentos (1,5 x 1,5; 1,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 e 2,5 x 2,0 metros) e 4 doses de fósforo (0,0; 56,66; 113,32 e 169,98 gramas/covas de superfosfato simples). Foram marcadas 192 plantas, sendo 4 por parcelas para avaliação das seguintes medidas morfométricas: altura da planta, número de ramos, diâmetro de caule e número de folhas. O crescimento da pornunça, em termos de altura da planta, número de ramos, diâmetro de caule e número de folhas depende da distribuição temporal dos pulsos de precipitação, principalmente o número de folhas da planta. Dentre as variáveis de crescimento avaliadas, o número de folhas da planta é o mais sensível às variações da disponibilidade de água no solo e distribuição da chuva na estação chuvosa. Como consequência não há efeito do espaçamento de plantio nem da adubação fosfatada sobre esta variável. A densidade de plantio e a adubação fosfatada não influenciam o número de rebrotações, folhas e diâmetro da pornunça quando cultivada em sequeiro.

Palavras-chave: Densidade de plantio, forrageira, planta xerófila, Semiárido

Pornunça (*Manihot* sp.) growth under different planting densities and phosphorus fertilization.

ABSTRACT

It was evaluated the effect of spacing row and phosphorus fertilization on vegetative growth of pornunça (*Manihot* sp) cultivated under non-irrigated system from May 2010 to October 2011. A randomized block design was used, a factorial 4 x 4 with three replications and four spacing rows (1,5 x 1,5; 1,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 and 2,5 x 2,0 meters) and four levels of phosphorus (0,0; 56,66; 113,32 and 169,98 grams / pits superphosphate). 192 plants were marked, being 4 plants by plots to evaluate the following morphometric measurements: plant height, number of branches and leaves and stem diameter. The growth of pornunça in terms of plant height, number of branches, stem diameter, leaf number and temporal distribution depends on the pulses of precipitation, particularly the variable number of leaves. Among the evaluated growth variables, the plant leaves number is the most sensitive to changes in the soil water availability and rainfall distribution during the rainy season. As a consequence of this, there is no effect of row spacing or phosphorus fertilization on this variable . Planting density and phosphorus fertilization did not influence the number of regrowth, leaves and diameter of the pornunça when it grown in rainfed or non-irrigated system.

Keywords: Forage, plant xerophytic, planting density, semiarid

1. INTRODUÇÃO

Por ser um país tropical e com dimensões continentais, o Brasil possui regiões com características edafoclimáticas bem distintas uma das outras e essas particularidades são inerentes ao Semiárido Brasileiro (SAB), principalmente quando relacionado à precipitação pluvial, podendo interferir no crescimento, desenvolvimento, qualidade e na disponibilidade destas forrageiras ao longo do ano.

A análise de crescimento das plantas é o meio mais acessível e preciso para avaliar a acumulação de biomassa e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal, em diferentes condições ambientais (BENINCASA, 2003). De acordo com Alvarez (1999), a análise de crescimento pode ser usada para verificar a adaptação das culturas a novos ambientes, a competição entre as espécies, os efeitos de manejo, tratos culturais e através dessas características determinar o período de melhor aproveitamento da cultura. Essa análise também pode ser usada para conhecer as diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, podendo desta forma selecioná-las dentro de um programa de melhoramento genético, como também pode ser útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais e de manejo (BENINCASA, 1988).

De forma geral, em um mesmo estágio de desenvolvimento, as forrageiras tropicais apresentam menor valor nutritivo, quando comparadas com as de clima temperado. Contudo, permitem elevada produção de matéria seca, possibilitando ganho por área igual ou superior às forrageiras de clima temperado em função da sua maior capacidade de suporte (REIS et al., 2005). Entretanto a produção animal em pastagens tropicais é frequentemente abaixo da desejada, durante a maior parte do ano (SANTOS et al., 2004). Devido aos fatores climáticos, esses índices tendem a ser ainda menores no SAB em consequência do grande número de pecuaristas que utilizam o sistema de criação extensiva.

A maioria dos estudos associados à relação clima, planta e animal tem como alvo de trabalho as gramíneas ou leguminosas exóticas das regiões centro-sul do país, deixando para segundo plano as espécies que compõem o SAB. No entanto, o enfoque atual dos pesquisadores nas espécies nativas estão diretamente relacionados à busca de

forageiras que possam atender as necessidades de produção em harmonia com as condições ambientais estabelecidas.

Dentre as inúmeras plantas xerófitas da caatinga, algumas apresentam características forrageiras importantes, a exemplo da pornunça (*Manihot* sp), planta perene, da família das Euforbiáceas, pertencente ao gênero *Manihot*, folhas ricas em proteínas e elevados teores de carboidratos nas raízes.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos do espaçamento de plantio e da adubação fosfatada sobre o crescimento da pornunça (*Manihot* sp) no Semiárido Paraibano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, no período de maio de 2010 a outubro de 2011, na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizada no município de Campina Grande, PB, com altitude de 552 metros, temperatura máxima de 31-32 °C e mínima em torno de 23 a 15 °C, umidade relativa do ar entre 75 a 82 % e precipitação pluvial de 1.046 mm³.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Sendo 4 espaçamentos (1,5 x 1,5; 1,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 e 2,5 x 2,0 metros) e 4 doses de fósforo (0,0; 56,66; 113,32 e 169,98 gramas/covas de superfosfato simples). Níveis iguais de nitrogênio (12,75 gramas/cova de ureia na fundação e 17 gramas/cova ureia na cobertura) e 11,30 gramas/cova de potássio.

Os níveis de N, P e K foram definidos conforme a análise do solo realizada pelo LASAG da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos, tomando-se como base a cultura da mandioca. Foram definidas adubações fosfatadas, abaixo, iguais e acima das recomendadas para essa cultura (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo da Estação Experimental Lagoa Bonita

pH	M.O	P	Ca	Mg	K	Na	H+Al	T	V
CaCl ₂ 0,01M	g/dm ³	µg/cm ³	-----	-----	-----	-----Cmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----	%
4,3	9,4	2,9	1,4	0,8	0,17	0,69	3,1	6,2	49,7
Análise física do solo									
Granulometria			Class.Textural		C.C.	P.M.P	Densidade		
g.kg ⁻¹			USDA			%	g/cm ³		
Areia	Silte	Argila					Global	Partícula	
820	80	100	Areia Franca		16,35	7,43	1,40	2,44	

A área experimental foi composta por três blocos, cada bloco com dezesseis parcelas com 6 m de comprimento por 17 m de largura, resultando em parcelas de 102 m². Posteriormente, o solo foi preparado de forma convencional, através de aração e gradagem. A cultura foi estabelecida em um solo franco-arenoso, de acordo com a análise física do solo pelo Laboratório de Solos e Água (LASAG) da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos (Tabela 1).

As mudas da pornunça, planta do gênero *Manihot* sp (espécie de folhas compostas formada por 3 à 5 folíolos do tipo palmada), foram feitas a partir de estacas com três gemas, plantadas em sacos plásticos, contendo substrato de areia vegetal e

esterco bovino curtido, na proporção de 2:1. Em seguida foi realizado o transplante das mudas para covas contendo 6 litros de esterco bovino curtido. Após 60 dias foi realizado corte de uniformização na altura de 50 cm.

De forma aleatória foram marcadas 192 plantas, sendo 4 por parcela, devidamente identificadas com etiquetas para acompanhamento do crescimento vegetativo (número de folhas, rebrotações e ramos, altura, diâmetro do caule da porção) a cada 15 e 30 dias, como mencionado abaixo:

A cada 15 dias, o número de folhas expandidas e de rebrotações de quatro plantas da área útil de cada parcela experimental foram contadas.

A altura da planta foi medida a cada 30 dias, expressa em centímetros (cm), obtida mediante a medição de quatro plantas da área útil de cada parcela experimental, por meio de uma fita métrica, graduada em centímetro, a partir do nível do solo da base da planta, até a extremidade do dossel da planta.

O diâmetro de caule foi verificado a cada 30 dias, expresso em milímetros, obtida pela medição do diâmetro das hastes das quatro plantas da área útil de cada parcela experimental, por meio de um paquímetro digital, a uma altura de 0,10 cm do solo.

O número de ramos foi contado de quatro plantas da área útil de cada parcela experimental, a cada 30 dias.

No final do período experimental, os resultados das variáveis morfométricas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas através do pacote estatístico GENES (CRUZ, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observou-se a alta variabilidade na distribuição diária da precipitação pluvial, durante o período de estudo, compreendido entre maio de 2010 a outubro de 2011. Esta característica climática, comum à região semiárida brasileira, afetou a disponibilidade de água para a cultura da ponnunça. Constatou-se ainda, que durante o período de estabelecimento inicial das mudas no campo (transplântio e corte de uniformização), ocorreram pequenos pulsos de precipitação, verificando-se um aumento inicial na emissão de folhas e de novos ramos.

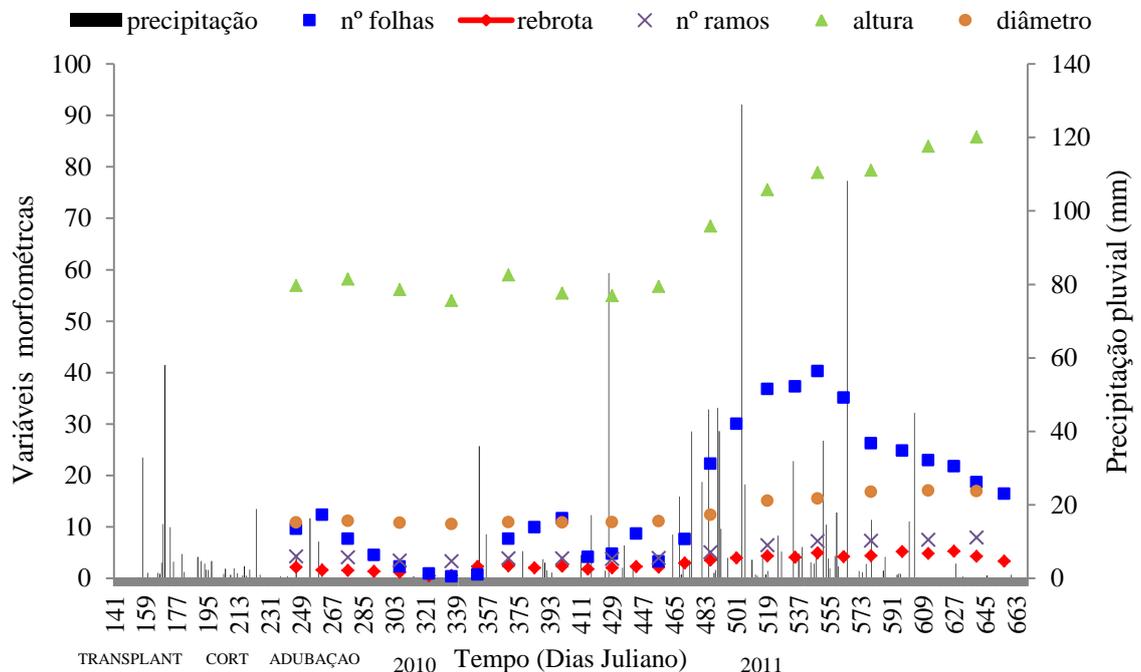


Figura 1. Variáveis morfológicas e precipitação pluvial durante o período experimental, no município de Campina Grande, PB.

Posteriormente, a redução e/ou ausência desses pulsos de precipitação (267 à 357 dias Juliano) associada a um solo de textura arenosa (com 820 g kg⁻¹ de areia, Tabela 1), consequentemente baixa capacidade de retenção de água e associada a uma alta demanda evaporativa neste período do ano (seco), ocasionou um decréscimo nas variáveis estudadas (número de folhas, rebrotações e ramos) em resultado de uma estratégia de sobrevivência ao estresse hídrico, evitando a perda de água por transpiração. Verificou-se efeito contrário nas variáveis morfológicas estudadas a

partir do dia Juliano 465, quando os pulsos de precipitação foram mais constantes (Figura, 1).

Em cultivos de sequeiro nas regiões semiáridas, o caráter sazonal e irregular da disponibilidade de água para as plantas determina a magnitude de absorção dos nutrientes minerais pelo sistema radicular. Desta maneira quando ocorre adubação, principalmente no caso dos adubos minerais, a resposta das plantas está altamente correlacionada com o conteúdo de água do solo (PARENTE et al., 2007). Certamente a baixa disponibilidade de água no solo explica o reduzido crescimento da planta no período seco, mesmo nas parcelas onde houve adição de adubo fosfatado. Ressalta-se também, que o solo da área tem baixos teores de matéria orgânica (Tabela 1).

O fósforo é um elemento pouco móvel no solo e seu suprimento para as raízes é efetuado principalmente pelo processo de difusão, o qual depende da umidade do solo e da extensão da superfície radicular (GAHOONIA et al., 1994). Por sua vez, a umidade do solo interfere diretamente no desenvolvimento das raízes, influenciando direta e indiretamente no fornecimento de fósforo para as plantas (MACKAY e BARBER, 1985).

Neste sentido, é importante considerar que no início das chuvas, as plantas de pornunça se encontravam com reduzida extensão do sistema radicular devido ao fato de que na fase do seu estabelecimento tiveram uma baixa disponibilidade de água no solo, como foi discutido anteriormente. Assim certamente, no período chuvoso (Figura 1), embora seja perceptível o aumento do crescimento das plantas neste período, à medida que foi aumentando o intervalo entre os interpulsos de precipitação o crescimento foi diminuindo, principalmente o número de folhas devido à abscisão foliar. Neste contexto, os possíveis benefícios da adubação sobre a planta foram sendo reduzidos.

Houve efeito ($P < 0,05$) da adubação fosfatada na altura da planta no período chuvoso do ano e no espaçamento de plantio para o número de ramos no período seco do ano. As demais variáveis morfométricas (número de folhas, rebrotações e diâmetro) não apresentaram diferença ($P > 0,05$) ao longo do período experimental (Tabela 2), indicando que estas variáveis são mais susceptíveis às variações da disponibilidade de água no solo em decorrência da distribuição da precipitação pluvial diária ao longo do período avaliado.

Tabela 2. Valores médios do número de rebrotações, número de folhas, número de ramos, altura e diâmetro da porção (*Manihot* sp) no período seco e chuvoso, sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis		Média	CV(%)
Período seco			
Rebrotação (n°)	Espaçamento	1,64	28,70
	Adubação	1,64	28,70
	Espaçamento x Adubação	1,64	28,70
Folha (n°)	Espaçamento	5,98	50,66
	Adubação	5,98	50,66
	Espaçamento x Adubação	5,98	50,66
Ramos (n°)	Espaçamento-1	4,01 ^{ab}	--
	Espaçamento-2	3,32 ^b	--
	Espaçamento-3	3,73 ^{ab}	--
	Espaçamento-4	4,21 ^a	--
	Média	3,81*	19,84
	Adub	3,81	19,84
	Esp x Adub	3,81	19,84
Altura (cm)	Espaçamento	56,56	7,96
	Adubação	56,56	7,96
	Espaçamento x Adubação	56,56	7,96
Diâmetro (cm)	Espaçamento	1,08	17,06
	Adubação	1,08	17,06
	Espaçamento x Adubação	1,08	17,06
Período chuvoso			
Rebrotação (n°)	Espaçamento	3,84	42,01
	Adubação	3,84	42,01
	Espaçamento x Adubação	3,84	42,01
Folha (n°)	Espaçamento	22,3	39,19
	Adubação	22,3	39,19
	Espaçamento x Adubação	22,3	39,19
Ramos (n°)	Espaçamento	6,15	31,25
	Adubação	6,15	31,25
	Espaçamento x Adubação	6,15	31,25
Altura (cm)	Espaçamento	73,05	15,63
	Adubação	73,05*	15,63
	Espaçamento x Adubação	73,05	15,63
Diâmetro (cm)	Espaçamento	1,44	15,44
	Adubação	1,44	15,44
	Espaçamento x Adubação	1,44	15,44

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação; cm = centímetros; n° = número.

Na Figura 1, observou-se que, com o início do período chuvoso, houve aumento nos valores médios do número de folhas, altura das plantas, diâmetro da base das plantas, número de ramos e rebrota. Na análise dos dados (Tabela 2), esta elevação nas variáveis morfométricas está associada à adubação fosfatada, mas dada as condições de alta irregularidade das chuvas e o tipo de solo, a disponibilidade de água do solo certamente foi preponderante sobre o crescimento das plantas. Corroborado pelos dados

da variável altura (Tabela 2), observou-se efeito ($P < 0,05$) entre médias, mas estas não diferiram da dose 0,0 gramas de fósforo por cova (Figura 2B).

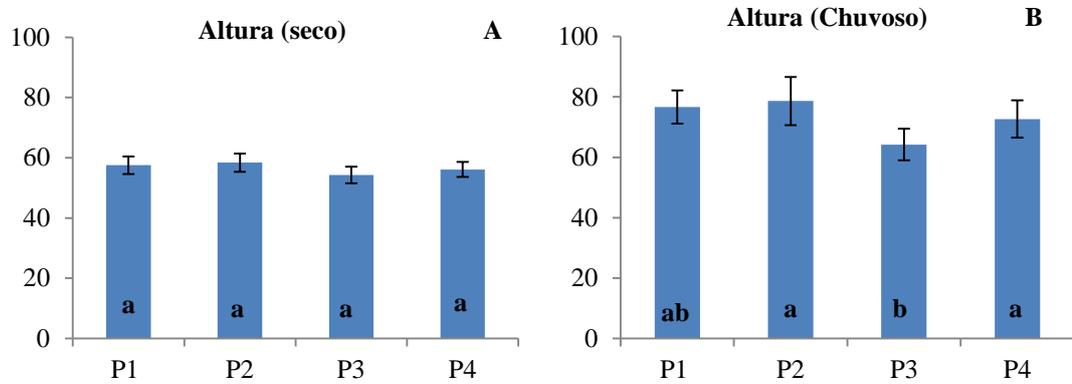


Figura 2. Média da altura em centímetros no período seco (A) e chuvoso (B) da pornunça (*Manihot* sp.) cultivada em sequeiro, sob as diferentes doses de adubação fosfatada (A e B)*. As barras verticais representam o desvio padrão da média;*Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova).

Segundo Parente et al. (2007), apesar de na maioria das plantas cultivadas, a resposta à adubação ser rápida no caso de plantas xerófilas perenes, caracterizadas por um crescimento inicial lento, as respostas morfológicas podem ser lentas e com alto grau de variabilidade.

Por outro lado, pode-se observar na Figura 1, que a adubação fosfatada foi realizada no 233º dia do ano e que o período chuvoso, com eventos de chuvas mais constantes, iniciou somente no 427º dia Juliano. Este longo período, intercalado por interpulsos de precipitação pode ter influenciado a absorção do fósforo pelas raízes. Além disso, dadas estas condições o fósforo pode ter se tornando indisponível à planta neste período. Segundo Rajj (1991), o fósforo adicionado ao solo tende a formar compostos menos solúveis e apresenta alta tendência à absorção pela fase sólida do solo, tornando-se P-lábil. Com o passar do tempo, o fósforo absorvido torna-se menos lábil, o que resulta na diminuição da eficiência da adubação fosfatada adicionada ao solo.

Durante o período experimental, os maiores valores médios para as variáveis morfométricas número de folhas, altura das plantas, diâmetro da base das plantas, número de ramos e rebrotações foram 40,26; 85,78 cm; 1,70 cm; 7,94 e 5,25 respectivamente. Como ainda há uma escassa literatura sobre pornunça, fazendo-se uma

comparação com plantas da mesma família (euforbiácea), verificou-se que estes valores são inferiores à média de 240 dias descritas para maniçoba por Araújo Filho et al (2011), com 58,81 para o número de folhas, 134,30 cm para altura, 2,82 cm para o diâmetro da base da planta, 5,79 para o número de ramos. Porém, deve-se ressaltar que as condições edafoclimáticas eram outras. Em experimento realizado em área próxima ao presente trabalho, no município de Campina Grande, PB, Vasconcelos et al. (2010) observaram que a maniçoba teve um crescimento inicial maior que a pornunça. Esta tendência foi observada nas variáveis, altura, número de galhos, flores por planta e frutos. Nestes parâmetros avaliados a maior rusticidade da maniçoba prevaleceu em relação à pornunça, já que o transplântio foi realizado no final do período chuvoso da região. Segundo estes mesmos autores, este fato não diminui a importância da pornunça como lavoura xerófila, já que a mesma apresenta melhor qualidade nutricional que a maniçoba.

Avaliando o crescimento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), maniçoba (*Manihot glaziovii* Mull.) e da pornunça (*Manihot* sp.), Ferreira et al. (2009) observaram, que a pornunça, após quatro meses de crescimento inicial, com o início do período seco, reduziu o seu crescimento e perdeu parte de suas folhas. Esta estratégia de sobrevivência, sob condições de déficit hídrico, que evita a perda de água por transpiração, também foi observada no presente estudo (Figura 1). Segundo os mesmos autores, a mandioca foi a espécie com crescimento menos afetado no decorrer do período experimental, provavelmente pelo fato de apresentar reservas na forma de amido na raiz, que possivelmente foram utilizadas para manter o crescimento e as folhas.

Na Figura 3 (A), constatou-se diferença entre médias, mas estas não diferiram do espaçamento com maior densidade de plantas (E1). Portanto, o pouco crescimento da pornunça e o número de ramos estiveram condicionados a disponibilidade de água no solo e não a competição espacial por fatores de crescimento como radiação fotossinteticamente ativa, água e nutrientes.

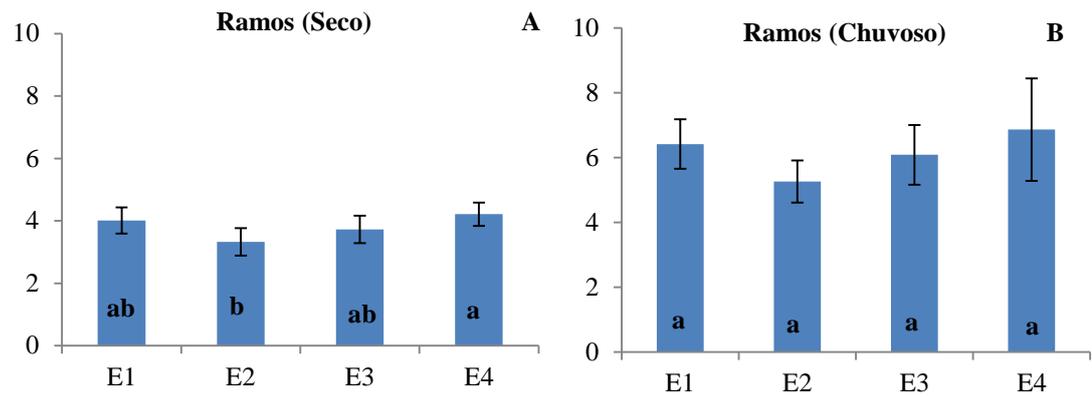


Figura 3. Média do número de ramos no período seco (A) e chuvoso (B) da pornunça (*Manihot* sp.) cultivada em sequeiro, sob os diferentes espaçamento de plantio (A e B)*. As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

4. CONCLUSÕES

O crescimento da pornunça em termos de altura da planta, número de ramos, diâmetro de caule e número de folhas depende da distribuição temporal dos pulsos de precipitação, principalmente o número de folhas da planta;

Dentre as variáveis de crescimento avaliadas, o número de folhas da planta é o mais sensível às variações da disponibilidade de água no solo e distribuição da chuva na estação chuvosa. Como consequência não há efeito do espaçamento de plantio nem da adubação fosfatada sobre esta variável;

A densidade de plantio e a adubação fosfatada não influenciam o número de rebrotações, folhas e diâmetro da pornunça quando cultivada em sequeiro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R.C.F. Comparação de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogea* L.) através do método de análise de crescimento. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 7., 1999, Brasília. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA, 1999. v.11, p.18.Suplemento.

ARAÚJO FILHO, J.T.; PAES, R.A.; AMORIM, P.L de. et al. Características morfológicas e valor nutritivo da maniçoba submetida a espaçamentos de plantio e adubações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.12, n.3, p.573-582, 2011.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Fundação Nacional de Ensino e Pesquisa (FUNEP), 1988. 41p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2.ed. Jaboticabal: Fundação Nacional de Ensino e Pesquisa (FUNEP), 2003. 41p.

CRUZ CD. **Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística**. UFV, Viçosa, Brasil, 648pp. 2001.

FERREIRA, A.L.; SILVA, A.F.; PEREIRA, L.G.R. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.129-136, 2009.

GAHOONIA, T. S.; RAZA, S.; NIELSEN, N. E. Phosphorus depletion in the rhizosphere as influenced by soil moisture. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 159, n. 2, p. 213-218, 1994.

MACKAY, A.D.; BARBER, S.A. Effect of soil moisture and phosphate level on root hair growth of corn roots. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.86, p.321-331, 1985.

PARENTE, H.N.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P. et al. Influência da Adubação Nitrogenada sobre o Crescimento Inicial e Composição Química e Mineral da Maniçoba (*Manihot* sp.). **Revista Científica de Produção de Animal**, v.9, n.2, 2007.

RAIJ, B.VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Ceres, 1991. 343p.

REIS, R.A.; de MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.M.A. et al. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: REIS, R.A., SIQUEIRA, G.R., BERTIPAGLIA, L.M.A., OLIVEIRA, A.P., DE MELO, G.M.P. BERNARDES, T.F. (Eds.). *Volumosos na Produção de Ruminantes*. Jaboticabal, 2, 2005^a. **Anais...** Jaboticabal:Funep. 2005, p. 25-60.

SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F; QUEIROZ, D.S. et al. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.214-224, 2004.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; EDIVAN, R.L. et al. Morfometria, produção e composição bromatológica da Maniçoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, n.2, p.36, 2010.

CAPÍTULO 3

**Composição químico-bromatológica e mineral da pornunça (*Manihot*
sp.) sob diferentes densidades de plantio e adubação fosfatada**

Composição químico-bromatológica e mineral da pornunça (*Manihot* sp.) sob diferentes densidades de plantio e adubação fosfatada.

RESUMO

Os estudos de espaçamento de plantio e a adubação fosfatada têm como objetivo avaliar os efeitos sobre a composição químico-bromatológica e mineral da pornunça (*Manihot* sp) cultivada em sistema de sequeiro, no período de maio 2010 a outubro de 2011. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, sendo 4 espaçamentos (1,5 x 1,5; 1,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 e 2,5 x 2,0 metros) e 4 doses de fósforo (0,0; 56,66; 113,32 e 169,98 gramas/covas de superfosfato simples). Foram marcadas 192 plantas, sendo 4 por parcelas para avaliação químico-bromatológica e mineral das folhas (folhas + pecíolos) e hastes (ramos $\varnothing < 0,05\text{mm}$) e pool (folhas + pecíolos + ramos $\varnothing < 0,05\text{mm}$). Em condições de sequeiro, o espaçamento de plantio e a adubação fosfatada não interferem ($p > 0,05$) na composição químico-bromatológica das folhas e do pool da pornunça, em termos de MS, PB, FDN, CHOT e CNF a exceção do teor de EE do pool. Pelo contrario, o espaçamento de plantio e a adubação fosfatada afetam ($p < 0,05$) na composição químico-bromatológica das hastes, a exceção do CHOT. A adubação fosfatada e o espaçamento de plantio influenciam os teores de magnésio e fósforo nas hastes e fósforo no pool da pornunça.

Palavras-chave: Forragem, nutrição animal, parte aérea da planta, Semiárido

Chemical composition of Pornunça (*Manihot* sp.) under different planting densities and phosphorus.

ABSTRACT

Studies of plants spacing rows and phosphorus fertilization evaluate the effects of it on the chemical and mineral composition of pornunça (*Manihot* sp.) cultivated under rainfed or non-irrigated system from May 2010 to October 2011. It was adopted a randomized block design in a factorial 4 x 4 with three replications and four spacing rows (1,5 x 1,5; 1,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 and 2,5 x 2,0 meters) and four levels of phosphorus (0,0; 56,66; 113,32 and 169,98 grams / pits superphosphate). 192 plants were marked, being 4 plants by plots to evaluate chemical and mineral evaluation of the leaves (leaves + petiole) and stems (branches Ø <0,05 mm) and pool (leaves + stems + branches Ø <0,05 mm). Under rainfed conditions, the planting space and fertilization do not interfere ($p > 0,05$) in the chemical composition of the leaves and in the pool of Pornunça in terms of DM, CP, NDF, NFC and CHOT, with the exception of EE in the pool content. Rather, the spacing row and phosphorus affect ($p < 0,05$) in the chemical composition of the stems, with the exception of CHOT. Phosphorus fertilization and planting spacing influence the levels of magnesium and phosphorus in stems and phosphorus in the pool of the pornunça plant.

Keywords: Animal nutrition, forage, the plant canopy, semiarid

1. INTRODUÇÃO

Com uma área de aproximadamente 970 mil km² (BRASIL. MIN, 2006), a região Semiárida do Brasil (SAB) possui uma vegetação predominante arbustiva-arborea, constituindo a principal fonte de alimento para o rebanho devido a maior parte dos pecuaristas adotarem o sistema extensivo de criação. Essa região é caracterizada por uma elevada evapotranspiração, ocorrência de períodos de secas, solos de pouca profundidade, alta salinidade, baixa fertilidade e reduzida capacidade de retenção de água, o que limita seu potencial produtivo.

As características do ambiente fazem com que a maioria das espécies forrageiras apresente um breve ciclo de crescimento, o que resulta em uma rápida maturação. Logo, a oferta de forragem apresenta-se de forma reduzida em boa parte do ano. Uma das grandes limitações da região Semiárida ao longo do ano é a escassez de forragem, o que torna o custo de produção muito alto com a aquisição de alimentos para suprir as necessidades do rebanho, inviabilizando a atividade pecuária.

O cultivo de forrageiras nativas, como lavoura xerófila regular, é uma prática agrícola que pode reduzir os riscos de perda da produção decorrentes das flutuações sazonais da precipitação. A dinâmica do acúmulo de fitomassa para a maioria das diferentes espécies da caatinga é pouco conhecida, o que certamente dificulta maiores avanços no cultivo de plantas forrageiras de qualidade na região (ANDRADE et al., 2006). Portanto, a vegetação nativa torna-se altamente vulnerável, requerendo técnicas e práticas de manejo específicas para que a atividade pecuária seja conduzida em bases sustentáveis.

No entanto, um dos grandes entraves para o desenvolvimento pecuário é a falta de conhecimento dos recursos forrageiros disponíveis e a forma de utilização das forrageiras nativas por parte dos criadores, pois muitos não sabem como manejá-la adequadamente para o melhor aproveitamento de todo o seu potencial forrageiro. Giuliatti et al. (2004), chamam atenção ao fato de que o potencial forrageiro das plantas da caatinga foi muito pouco estudado, e tem sido mais fácil importar espécies do que selecionar e melhorar as nativas.

A utilização de plantas nativas do SAB poderá constituir mais uma alternativa importante de recurso forrageiro para alimentação animal durante o período seco.

Dentre as espécies ocorrentes no SAB, destacam-se as plantas do gênero *Manihot* como, por exemplo, a pornunça.

Esta espécie é pertencente à família da Euphorbiaceae, planta perene, desde subarbustos até pequenas árvores, com alta persistência à seca, tolerância a solos pobres e ácidos, alto valor proteico nas folhas, raízes tuberosas e ricas em carboidratos e um alto potencial produtivo. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito do espaçamento de plantio e da adubação fosfatada na composição química e mineral da pornunça (*Manihot* sp.) no Semiárido paraibano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, no período de maio de 2010 a outubro de 2011, na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizada no município de Campina Grande, PB, com altitude de 552 metros, temperatura máxima de 31-32 °C e mínima em torno de 23 a 15 °C, umidade relativa do ar entre 75 a 82 % e precipitação pluvial de 1.046 mm³.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Sendo 4 espaçamentos (1,5 x 1,5; 1,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 e 2,5 x 2,0 metros) e 4 doses de fósforo (0,0; 56,66; 113,32 e 169,98 gramas/covas de superfosfato simples). Níveis iguais de nitrogênio (12,75 gramas/cova de ureia na fundação e 17 gramas/cova ureia na cobertura) e 11,30 gramas/cova de potássio.

Os níveis de N, P e K foram definidos conforme a análise do solo realizado pelo LASAG da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos, tomando-se como base a cultura da mandioca. Foram definidas adubações fosfatadas, abaixo, iguais e acima das recomendadas para essa cultura (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo da Estação Experimental Lagoa Bonita

pH	M.O	P	Ca	Mg	K	Na	H+Al	T	V
CaCl ₂ 0,01M	g/dm ³	µg/cm ³	-----	-----	-----	-----Cmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----	%
4,3	9,4	2,9	1,4	0,8	0,17	0,69	3,1	6,2	49,7
Análise física do solo									
Granulometria			Class.Textural		C.C.	P.M.P	Densidade		
g.kg ⁻¹			USDA			%	g/cm ³		
Areia	Silte	Argila					Global	Partícula	
820	80	100	Areia Franca		16,35	7,43	1,40	2,44	

A área experimental foi composta por três blocos, cada bloco com dezesseis parcelas com 6 m de comprimento por 17 m de largura, resultando em parcelas de 102m². Posteriormente o solo foi preparado de forma convencional, através de aração e gradagem. A cultura foi estabelecida em um solo franco-arenoso, de acordo com a análise física do solo pelo Laboratório de Solos e Água (LASAG) da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos (Tabela 1).

As mudas da pornunça, planta do gênero *Manihot* (espécie de folhas compostas formada por 3 à 5 folíolos do tipo palmada), foram feitas a partir de estacas com três gemas, plantadas em sacos plásticos, contendo substrato de areia vegetal e esterco

bovino curtido, na proporção de 2:1. Em seguida foi realizado o transplântio das mudas para covas, contendo 6 litros de esterco bovino curtido. Após 60 dias foi realizado corte de uniformização na altura de 50 cm.

De forma aleatória, foram marcadas 192 plantas, sendo 4 por parcela, devidamente identificadas. No final do período experimental (463 - dias depois após o corte de uniformização) as plantas foram cortadas a 50 cm do solo, colocadas individualmente em sacolas plásticas e transportadas para Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Campina Grande. Em seguida, os componentes da parte aérea foram separados em folhas (folhas + pecíolos), hastes (ramos $\varnothing < 0,05\text{mm}$) e pool (folhas + pecíolos + ramos $\varnothing < 0,05\text{mm}$) acondicionados em sacolas de papel, pesados e colocados para pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C , durante 72 horas e retirados até atingirem um peso constante. Posteriormente pesados e moídos em moinhos tipo Willey (peneira com crivos de 1 mm) e armazenados em frasco de plásticos para posterior análise.

As amostras foram conduzidas para o Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará – Campus do Pici para determinar a composição químico-bromatológica e mineral das amostras. Para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) e fibra em detergente neutro (FDN), utilizou-se as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002) e fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp), segundo Van Soest (1991). Carboidrato total (CHOT) e carboidrato não fibroso (CNF) foram estimados por Sniffen et al. (1992) e Weiss (1999) a partir das equações: $\text{CHOT} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{MM})$ e o $\text{CNF} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FDNcp} + \text{MM})$, respectivamente.

Os elementos minerais foram determinados seguindo-se uma digestão hiper-perclórica das amostras pré-seca, filtradas, diluídas pelos respectivos reagentes e em seguida realizadas as leituras no espectrofotômetro de absorção atômica para cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e o fósforo (P) pela técnica de espectrofotometria visível (Embrapa, 1997).

No final do período experimental, os resultados das variáveis da composição químico-bromatológica e mineral foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas através do sistema GENES (CRUZ, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espaçamento de plantio e a adubação fosfatada não apresentaram efeito interativo ($P > 0,05$) para as concentrações de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para nenhum componente da planta (folhas, hastes e pool). Entretanto, ao considerar os efeitos isolados para as variáveis MS e PB, as hastes demonstram um $P < 0,05$ para os fatores espaçamento de plantio e adubação fosfatada, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração média (g/kg) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) nas folhas, hastes e pool da pornunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis		Média (g/kg)	CV(%)
MS (folha)	Espaçamento	261,48	21,32
	Adubação	261,48	21,32
	Espaçamento x Adubação	261,48	21,32
MS (hastes)	Espaçamento-1	310,81 ^{ab}	--
	Espaçamento-2	315,33 ^a	--
	Espaçamento-3	264,38 ^b	--
	Espaçamento-4	287,11 ^{ab}	--
	Média	294,41*	14,46
	Adubação	294,41	14,46
	Espaçamento x Adubação	294,41	14,46
MS (pool)	Espaçamento	287,40	12,47
	Adubação	287,40	12,47
	Espaçamento x Adubação	287,40	12,47
PB (folha)	Espaçamento	135,27	14,52
	Adubação	135,27	14,52
	Espaçamento x Adubação	135,27	14,52
PB (hastes)	Espaçamento	32,65	18,49
	Adubação	32,65*	18,49
	Espaçamento x Adubação	32,65	18,49
PB (pool)	Espaçamento	113,13	15,99
	Adubação	113,13	15,99
	Espaçamento x Adubação	113,13	15,99

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação.

As concentrações de matéria seca entre os componentes da planta variaram entre 261,48 à 294,41 g/kg e 113,13 a 135,27 g/kg para proteína bruta (Tabela 2). Vasconcelos et al. (2010) e Ferreira et al. (2009) indicaram valores semelhantes para MS. Em relação a PB, esses dois autores evidenciaram teores de 139,10 e 263,50 g/kg, respectivamente, para pornunça. Souza et al. (2006), observaram teores de 230,10 g/kg (MS) e 161,60 g/kg de PB nas amostras fresca de maniçoba para qualidade de silagem emurchedida; Araújo Filho et al. (2011), reportaram teores de 227,20 (MS) e 231,60 g/kg de PB para maniçoba submetida a dois espaçamentos de plantio e adubações

orgânicas e Ferreira et al. (2009), relataram teores de 227,20 g/kg para MS e 260,30 g/kg para PB, estudando o valor nutritivo da parte aérea da mandioca. Diferenças nesses valores podem ter ocorrido, devido a fatores climáticos e idade de corte da planta, promovendo, assim, um menor teor de PB na porção.

A adubação fosfatada e/ou a baixa mobilidade do fósforo e o pouco tempo de desenvolvimento das raízes no solo, podem não ter influenciado as concentrações de MS (Figura 1A, C e E) haja vista que as repostas das doses de fósforo para estas concentrações não apresentaram diferença ($P>0,05$).

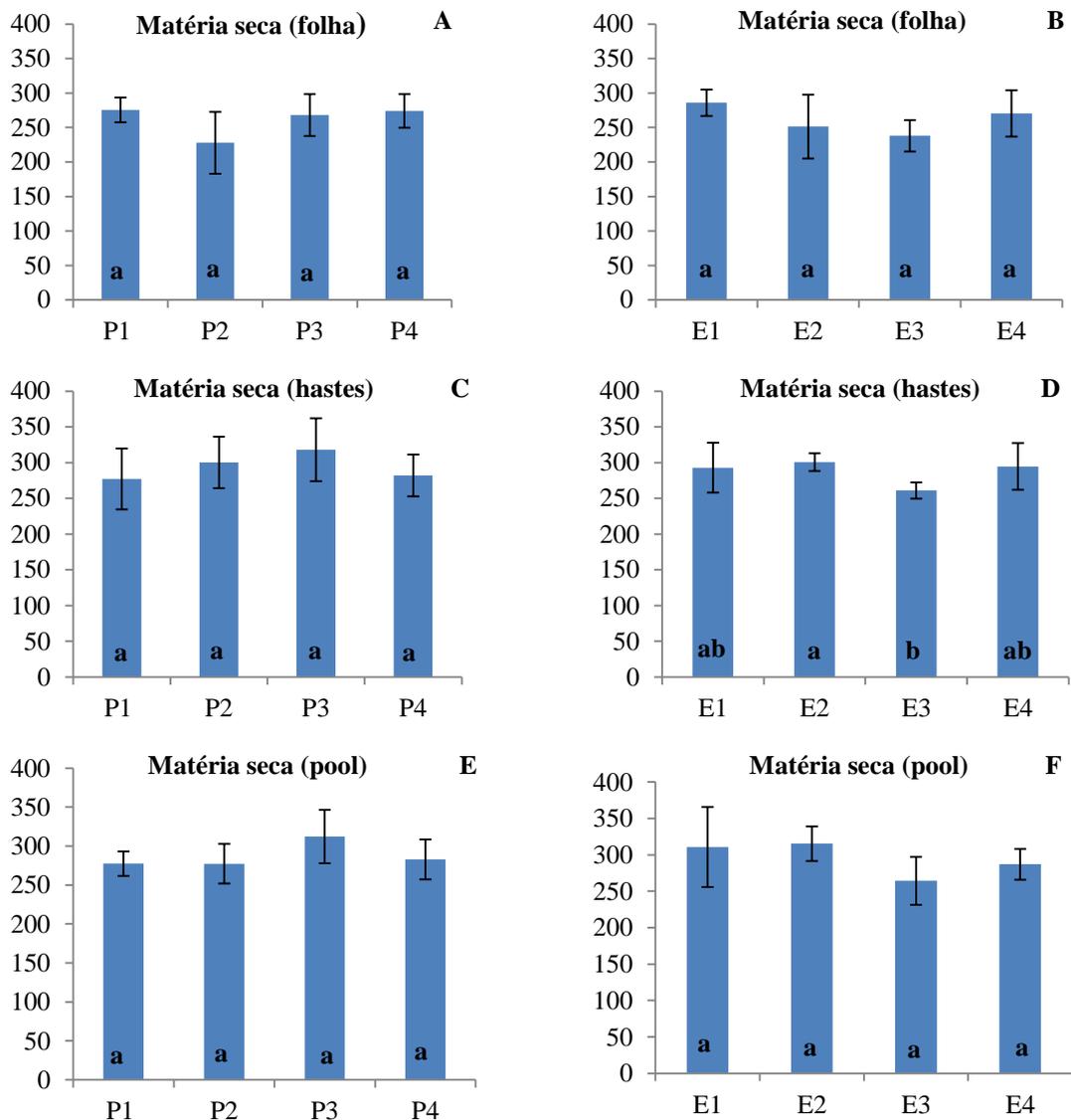


Figura 1. Concentração média (g/kg) da matéria seca (MS) nas folhas, hastes e pool da porção (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.

As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

De modo geral, o P tem sua maior importância no estabelecimento das pastagens, em características como, perfilhamento e desenvolvimento radicular (ITALIANO et al., 1981) influenciando pouco sobre a qualidade da matéria seca (Costa et al., 1983; Carneiro et al., 1992).

O espaçamento de plantio apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os espaçamentos-2 (E2) e o espaçamento-3 (E3) com densidades de ~ 3.333 plantas/ha-1 e ~ 2.500 plantas/ha-1, respectivamente, para concentração de matéria seca das hastes. Provavelmente, este efeito não foi atribuído ao espaçamento de plantio (Figura 1D), pois o espaçamento-1 (E1) com maior densidade de plantio (~ 4.444 plantas/ha-1) não diferiu significativamente ($P > 0,05$) das densidades com menor número de plantas/ha-1 (espaçamento-3 (E3) e espaçamento-4 (E4) com ~ 2.500 e ~ 2.000 plantas, respectivamente).

Alguns estudos com gramíneas tropicais evidenciaram que a adubação fosfatada aumenta significativamente a concentração de PB na parte aérea das plantas (AL-KARAKI, 1999). Este aumento pode ser explicado por meio de um maior sistema radicular proporcionado pela nutrição com P (PASSOS et al., 1997) como também o aumento da biomassa. Entretanto, esse desempenho não foi observado para PB, já que nenhuma das adubações fosfatadas elevou suas concentrações, com exceção das hastes (Figura 2A, C e E).

Na Figura 2C, o fator adubação fosfatada elevou discretamente os teores de proteína bruta nas hastes ao aumentar a dose de fósforo (P4), mas os teores médios foram de 32,65 g/kg, valores abaixo das necessidades do animal, o que já era esperado pelo aumento das frações fibrosas que reduzem proporcionalmente a participação da fração proteica na matéria seca (Tabela 5). Por outro lado, os dados de PB referendados nesta pesquisa para folha (135,27 g/kg) e pool (113,13 g/kg) estão acima do nível mínimo de exigência de PB nas dietas para ruminantes (70 g/kg), descrito por Van Soest (1994), onde o autor descreve que teores inferiores a este podem prejudicar a fermentação ruminal. De modo geral, é notório que os níveis proteicos dessa forrageira atende as necessidades de manutenção e produção animal.

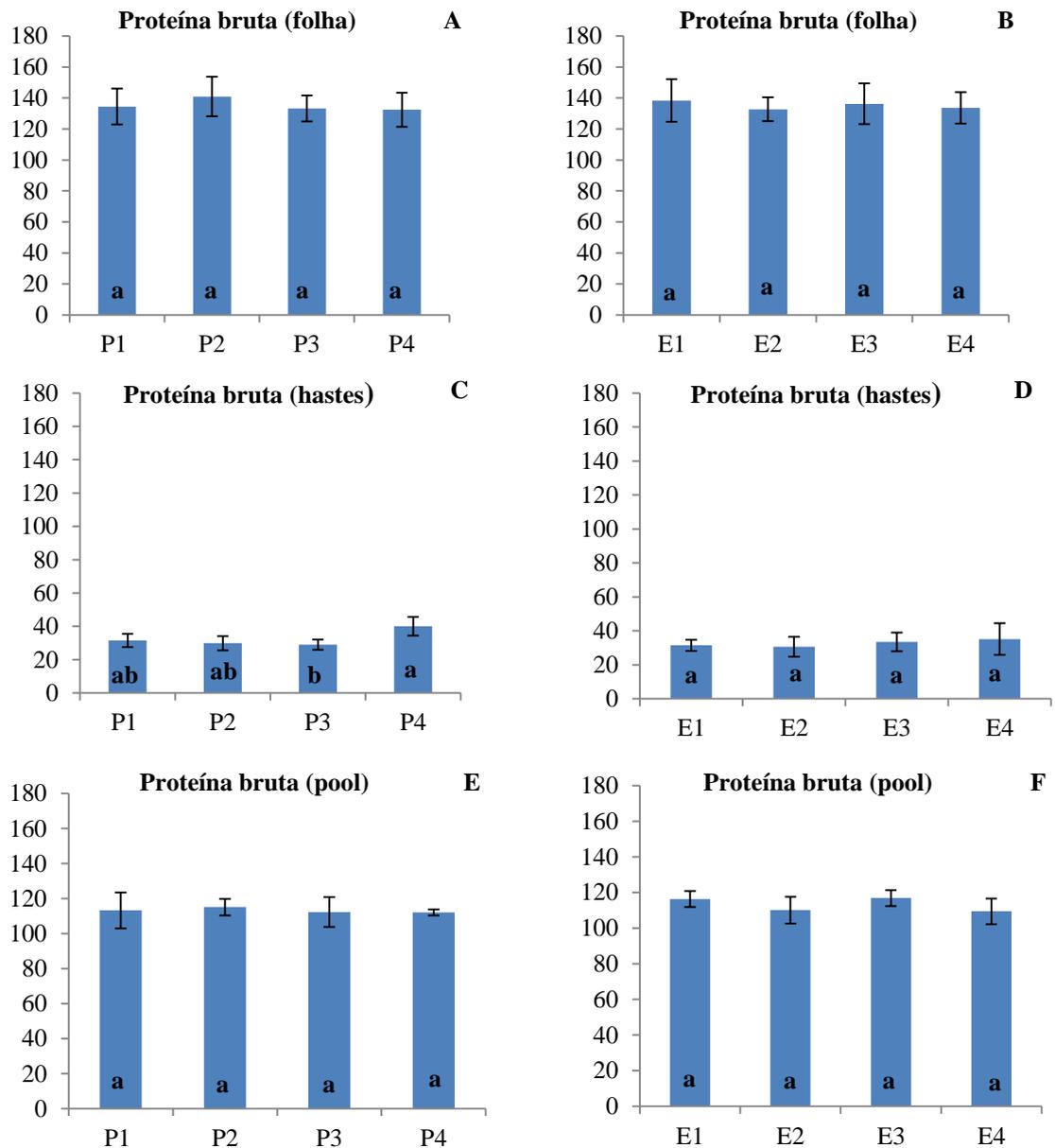


Figura 2. Concentração média (g/kg) de proteína bruta (PB) nas folhas, hastes e pool da porneunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**. As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

Observa-se o efeito ($P < 0,05$) interativo para espaçamento de plantio e adubação fosfatada na folha e pool da matéria orgânica (MO), a folha isoladamente para estes dois fatores anteriores e as hastes para espaçamento de plantio (Tabela 3).

Tabela 3. Concentração média (g/kg) da matéria orgânica (MO) nas folhas, hastes e pool da pornuça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis	Média (g/kg)	CV(%)	
MO (folha)	Espaçamento-1	958,42 ^a	--
	Espaçamento-2	954,57 ^{ab}	--
	Espaçamento-3	949,37 ^b	--
	Espaçamento-4	954,91 ^{ab}	--
	Média	954,31*	0,61
	Adubação	954,31*	0,61
	Espaçamento x Adubação	954,31*	0,61
MO (hastes)	Espaçamento-1	939,40 ^b	--
	Espaçamento-2	949,96 ^a	--
	Espaçamento-3	939,81 ^{ab}	--
	Espaçamento-4	945,58 ^{ab}	--
	Média	943,69*	1,00
	Adubação	943,69	1,00
	Esp x Adub	943,69	1,00
MO (pool)	Espaçamento	950,07	0,73
	Adubação	950,07	0,73
	Espaçamento x Adubação	950,07*	0,73

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação.

Na análise químico-bromatológica, a matéria orgânica (MO) é considerada um prévio indicador da qualidade nutricional do alimento. Autores têm reportados teores de MO de 937,10 g/kg para pornuça (VASCONCELOS et al., 2010), 918,20 e 940,00 g/kg para maniçoba (MATOS et al., 2005 e VALADARES FILHO et al., 2006), demonstrando semelhança dos teores citados no presente estudo (Tabela 3), o que indica uma similaridade entre as duas espécies.

Houve uma diminuição no teor de MO nas folhas à medida que a densidade de plantio diminuía e a dose de fósforo aumentava (Figura 3A e B) e nas hastes a diminuição ocorreu devido a maior densidade de plantio (Figura 3D). Estas respostas podem estar relacionadas à diminuição na quantidade de folhas em consequência do número de plantas por hectare (Espaçamento-3= ~2.500) e no sentido oposto para o aumento do número de hastes.

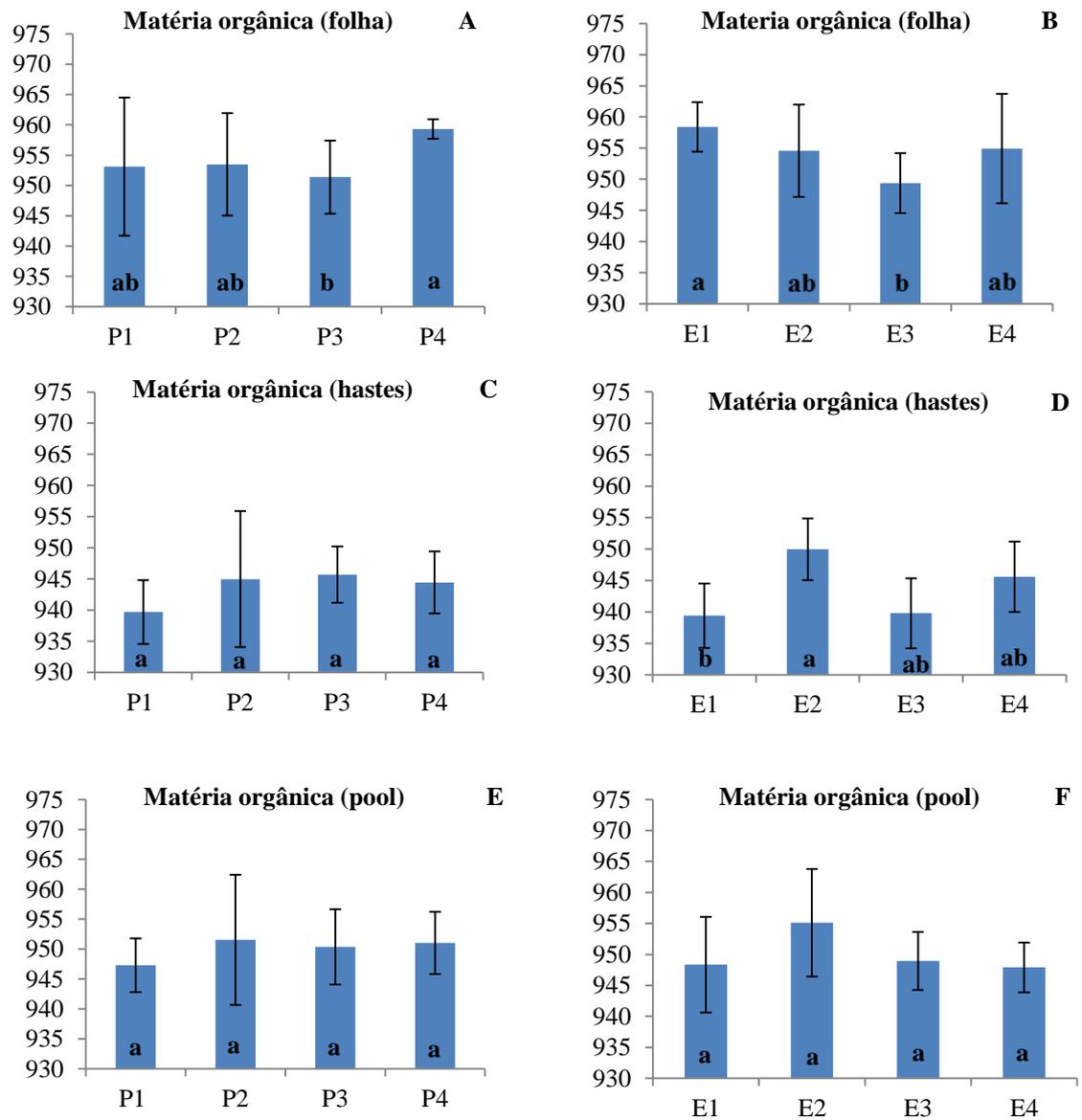


Figura 3. Concentração média (g/kg) da matéria orgânica (MO) nas folhas, hastes e pool da porneça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**. As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

Verificou-se efeito ($P < 0,05$) na interação entre a adubação fosfatada e espaçamento de plantio como também para o fator adubação nas folhas em relação aos teores de extrato etéreo (Tabela 4). No que se refere às hastes, o fator espaçamento de plantio apresentou diferença significativa ($P < 0,05$).

Tabela 4. Concentração média (g/kg) de extrato etéreo (EE) nas folhas, hastes e pool da pornuça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis	Média (g/kg)	CV(%)
EE (folha)	Espaçamento	78,30
	Adubação	78,30*
	Espaçamento x Adubação	78,30*
EE (hastes)	Espaçamento-1	18,34 ^a
	Espaçamento-2	15,72 ^b
	Espaçamento-3	16,94 ^{ab}
	Espaçamento-4	17,81 ^{ab}
	Média	17,20*
	Adubação	17,20
	Espaçamento x Adubação	17,20
EE (pool)	Espaçamento	46,51
	Adubação	46,51
	Espaçamento x Adubação	46,51

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação.

A composição *in natura* da pornuça no presente estudo apresentou um teor de extrato etéreo (EE) maior nas folhas (78,30 g/kg) e pool (46,51 g/kg) quando comparado às hastes (17,20 g/kg). Tal fato pode estar relacionado com a possível separação de material da planta em folha, haste e pool (proporção nessa fração entre folha e hastes), contribuindo para essa redução, pois, de acordo com Carvalho (1984), o teor de extrato etéreo no caule é baixo.

De um modo geral, as folhas e o pool da pornuça apresentaram maiores teores de EE do que plantas da mesma espécie, quando comparado com os obtidos por Matos et al. (2006), descrevendo valores de 28,40 g/kg para maniçoba *in natura* e 39,60 g/kg para silagem. Este também foram superiores aos de Carvalho et al. (2006), Figueiredo et al. (2006) e Nunes Irmão et al. (2008), ao analisarem o feno da parte aérea da mandioca encontraram valores médios de 60,40 g/kg, 35,20 g/kg e 20,80 à 34,80 g/kg, respectivamente.

Observa-se na Figura 4A, que a adubação fosfatada P1 (0,0 g/cova) diferiu significativamente ($P < 0,05$) da adubação P2 (56,66 g/cova), mas não diferiram entre si ($P > 0,05$) para outras duas adubações P3 e P4 contendo 113,32 e 169,98 g/covas,

respectivamente. Segundo VAN SOEST (1994), a porção mais importante do EE é composta por galactolipídeos e fosfolipídeos. O que nos leva a crer, que o fator adubação fosfatada não influenciou os teores de extrato etéreo nas folhas, hastes e pool, pois adubações com 0,0 g/kg e 169,98 g/kg não diferiram estatisticamente ($P>0,05$).

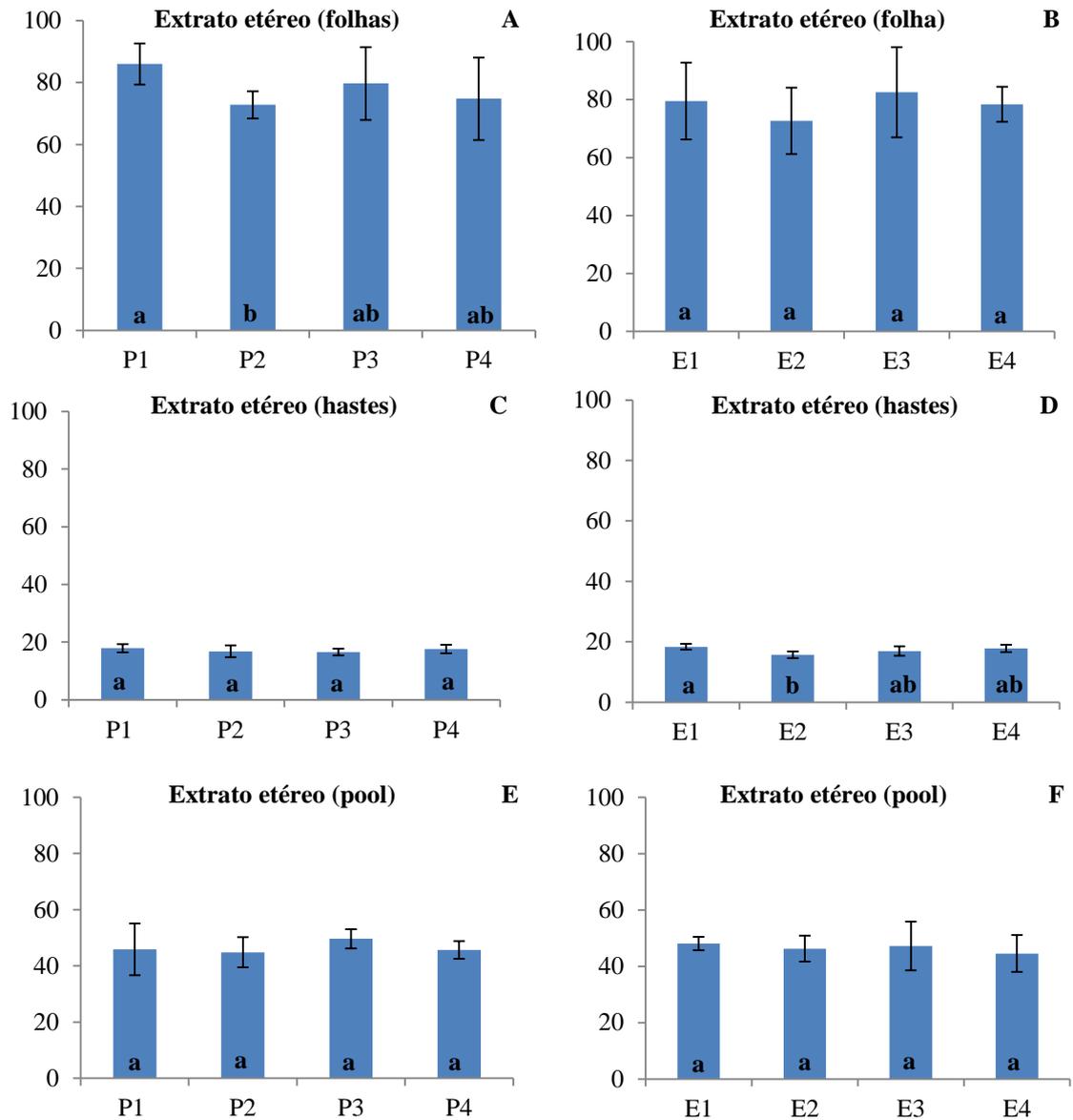


Figura 4. Concentração média (g/kg) de extrato etéreo (EE) nas folhas, hastes e pool da pornuça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.
As barras verticais representam o desvio padrão da média;*Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova);**Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

O fator espaçamento de plantio como a relação entre a interação deste e a adubação fosfatada apresentou efeito de ($P < 0,05$) para os teores de fibra em detergente neutro (FDN) nas hastes. Contudo, as concentrações de FDN nas folhas e no pool não proporcionaram diferenças ($P > 0,05$) para nenhum dos fatores estudados (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração média (g/kg) de fibra em detergente neutro (FDN) nas folhas, hastes e pool da pornunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis	Média (g/kg)	CV(%)
FDN (folha)	Espaçamento	517,83
	Adubação	517,83
	Espaçamento x Adubação	517,83
FDN (hastes)	Espaçamento-1	676,95 ^{ab}
	Espaçamento-2	675,50 ^{ab}
	Espaçamento-3	668,73 ^b
	Espaçamento-4	709,20 ^a
	Média	682,59*
	Adubação	682,59
	Espaçamento x Adubação	682,59*
FDN (pool)	Espaçamento	641,16
	Adubação	641,16
	Espaçamento x Adubação	641,16

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5 m; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0 m; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 m e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação.

De acordo com a Tabela 5, observa-se que os teores de FDN nas hastes e pool estão próximos aos reportados por Moretine et al. (2004) e Nunes Irmão et al. (2008) para o feno da parte aérea da mandioca (680,07 e 570,89 g/kg). Entretanto, independente da parte da planta (folha, hastes e pool), os resultados descritos neste ensaio foram superiores aos de Vasconcelos et al. (2010) para parte aérea da maniçoba e pornunça (500,40 e 440,85 g/kg) e Carvalho et al. (2006) para o feno da parte aérea da mandioca (470,76 g/kg). Contudo, os valores de FDN citados nesse ensaio experimental estão fora do intervalo de 550 à 600 g/kg preconizado por Van Soest (1994), como nível limitante do consumo e digestibilidade da forragem pelo animal (Tabela 5).

As consequências desses altos e baixos teores podem comprometer o espaço físico do rúmen, além de que, o conteúdo de fibras está inversamente relacionado ao conteúdo de energia das dietas (ARAÚJO et al. 2009), o que pode, consequentemente limitar seu consumo (ARAÚJO FILHO et al., 2011). Entretanto, a redução drástica nos níveis de fibra em dietas para ruminantes pode ser prejudicial para a digestibilidade total dos alimentos, uma vez que a fibra é fundamental para manutenção das condições ótimas do rúmen (MERTENS, 1992).

Verificou-se na Figura 5 (A, C e E), que não houve efeito ($P>0,05$) das diferentes doses de P nos teores de FDN, pois na maioria das vezes estes teores são influenciados por fatores climáticos, idade de corte e parte da planta selecionada.

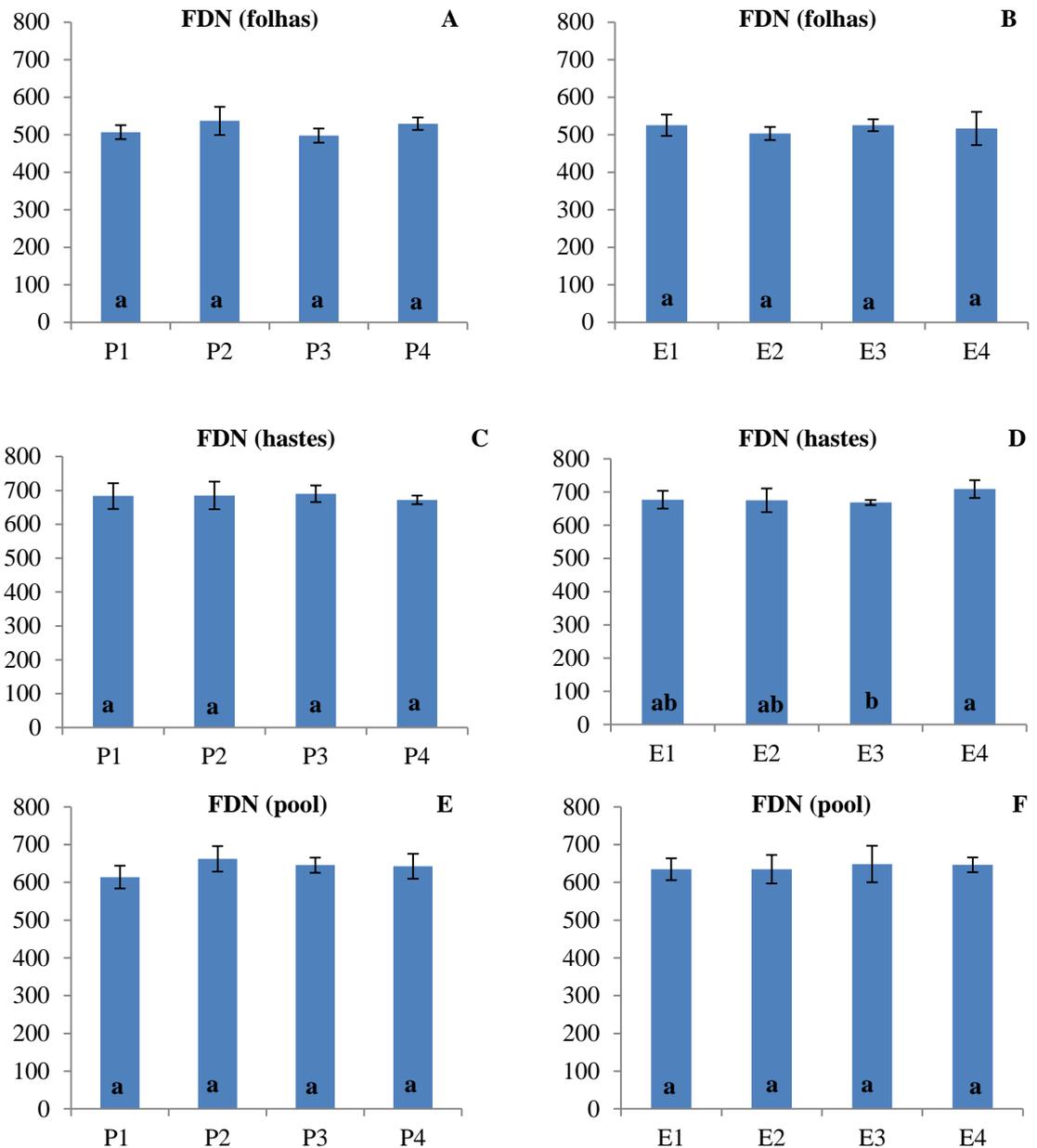


Figura 5. Concentração média (g/kg) de extrato etéreo (EE) nas folhas, hastes e pool da porneunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.
As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

A diminuição nos teores de FDN das folhas (Figuras 5A e B) pode estar associada aos teores de PB (Figura 2A e B), pois há uma relação entre o conteúdo celular e parede celular. A elevação do FDN observada (Figura 5D) na menor densidade de plantio (E4~2000 ha⁻¹) pode estar associada a dosagem de fósforo (169,98 g/cova), estimulando o crescimento da planta e como consequência um aumento na parede celular, portanto maior quantidade de fibra. O que pode ter contribuído para não diferir estatisticamente (P<0,05) das densidades de plantio com ~4.444 ha⁻¹ (E1) e ~3.333 ha⁻¹ (E2) que normalmente apresentam teores mais altos devido as plantas competirem entre elas, aumentando o crescimento de suas hastes como forma de expor seus órgãos fotossintéticos à luz, proporcionando uma diminuição na relação folha:hastes.

Não houve diferença (P>0,05) para as adubações fosfatadas e a densidade de plantio e o produto de sua interação no teor de carboidrato total (CHOT). Houve efeito (P<0,05) para densidade de plantio e o produto de sua interação no teor de carboidrato não fibroso (CNF) nas hastes. Para as folhas e o pool não houve diferença significativa (P>0,05) para nenhum dos fatores estudados (Tabela 6).

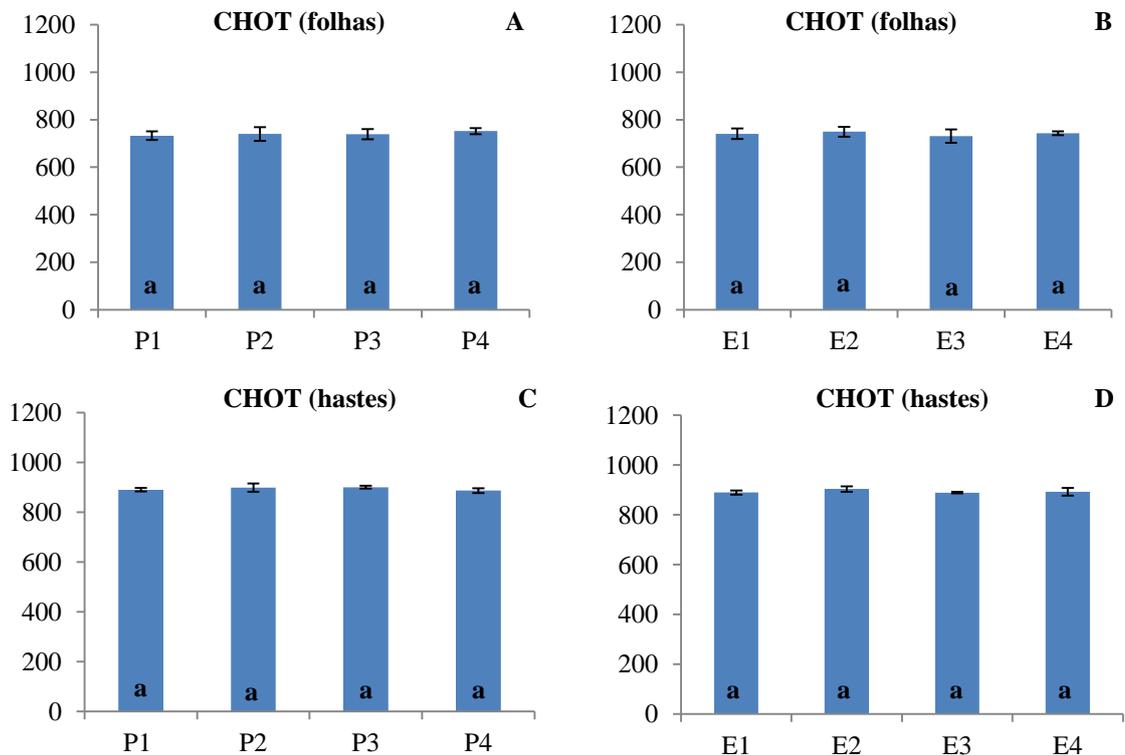
Tabela 6. Concentração média (g/kg) de carboidrato total (CHOT) e carboidrato não fibroso (CNF) nas folhas, hastes e pool da porneunça (*Manihot* sp) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis		Média (g/kg)	CV(%)
CHOT (folha)	Espaçamento	740,74	3,57
	Adubação	740,74	3,57
	Espaçamento x Adubação	740,74	3,57
CHOT (hastes)	Espaçamento	893,82	1,47
	Adubação	893,82	1,47
	Espaçamento x Adubação	893,82	1,47
CHOT (pool)	Espaçamento	790,41	2,81
	Adubação	790,41	2,81
	Espaçamento x Adubação	790,41	2,81
CNF (folha)	Espaçamento	324,86	17,16
	Adubação	324,86	17,16
	Espaçamento x Adubação	324,86	17,16
CNF (hastes)	Espaçamento-1	256,62 ^{ab}	--
	Espaçamento-2	266,49 ^a	--
	Espaçamento-3	263,22 ^{ab}	--
	Espaçamento-4	236,32 ^b	--
	Média	255,66*	10,26
	Adubação	255,66	10,26
	Espaçamento x Adubação	255,66*	10,26
CNF (pool)	Espaçamento	236,10	21,94
	Adubação	236,10	21,94
	Espaçamento x Adubação	236,10	21,94

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5 m; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0 m; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 m e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação.

Os carboidratos são os principais constituintes das plantas forrageiras, correspondendo de 500 a 800 g/kg da MS das forrageiras e cereais. A natureza e concentração dos carboidratos estruturais da parede celular são os principais determinantes da qualidade dos alimentos volumosos, especialmente de forragens. A parede celular pode constituir de 300 a 800g/kg da MS da planta forrageira, onde se concentram os carboidratos como a celulose, a hemicelulose e a pectina (ROCHA JUNIOR et al., 2003).

França et al. (2010), estudando anatomia e cinética de degradação do feno de maniçoba e Nunes Irmão et al. (2008), pesquisando a composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte, obtiveram concentrações de 687,60 e 651,60 g/kg (CHOT), respectivamente. Diante do exposto, as concentrações de CHOT deste trabalho foram superiores aos de França et al. (2010) e Nunes Irmão et al. (2008) e dentro dos padrões citados por Rocha Junior et al. (2003) como uma forrageira de alto valor nutritivo.



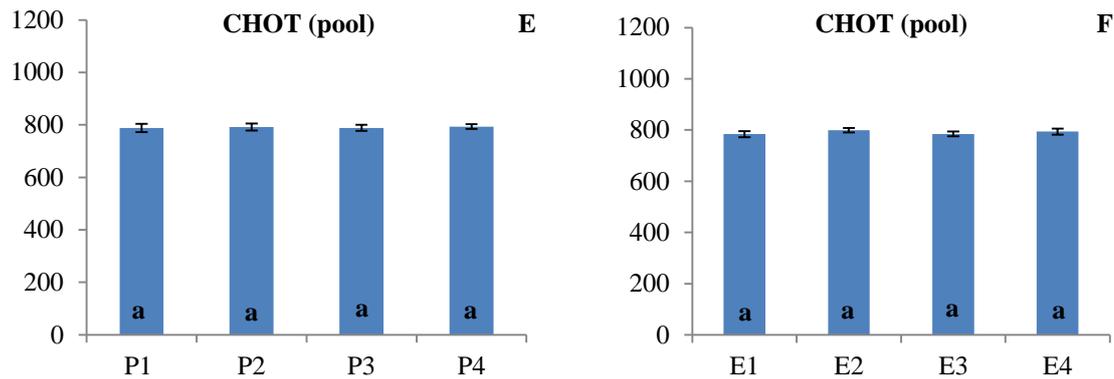


Figura 6. Concentração média (g/kg) de carboidrato total (CHOT) nas folhas, hastes e pool da pornuça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.

As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

Verificou-se na Figura 7D, que houve efeito ($P < 0,05$) entre médias para o CNF mas a densidade de plantio com menor número de plantas por hectare ~ 2000 (E4) não diferiu ($P > 0,05$) do espaçamento de plantio com ~ 4.444 plantas por ha^{-1} (E1). O que pode ter ocorrido devido ao maior espaçamento entre plantas (E4) ocasionando um maior desenvolvimento das hastes.

As concentrações de CNF na pornuça variaram de 324,86 g/kg para folhas, 256,66 g/kg para hastes e 236,10 g/kg para o pool (Figura 7). Azevedo et al. (2006) e Mendonça Junior et al. (2008), estudando silagem e feno do terço superior da parte aérea da maniçoba citam valores médios de 312,40 e 227,90 g/kg, respectivamente, demonstrando que a natureza do material analisado pode interferir na composição das frações dos carboidratos.

Os teores de CNF reportados neste ensaio experimental corroboram com a variação dos autores supracitados, o que favorecem o aumento do consumo de alimentos pelos animais, uma vez que os carboidratos não fibrosos são rapidamente fermentados no rúmen.

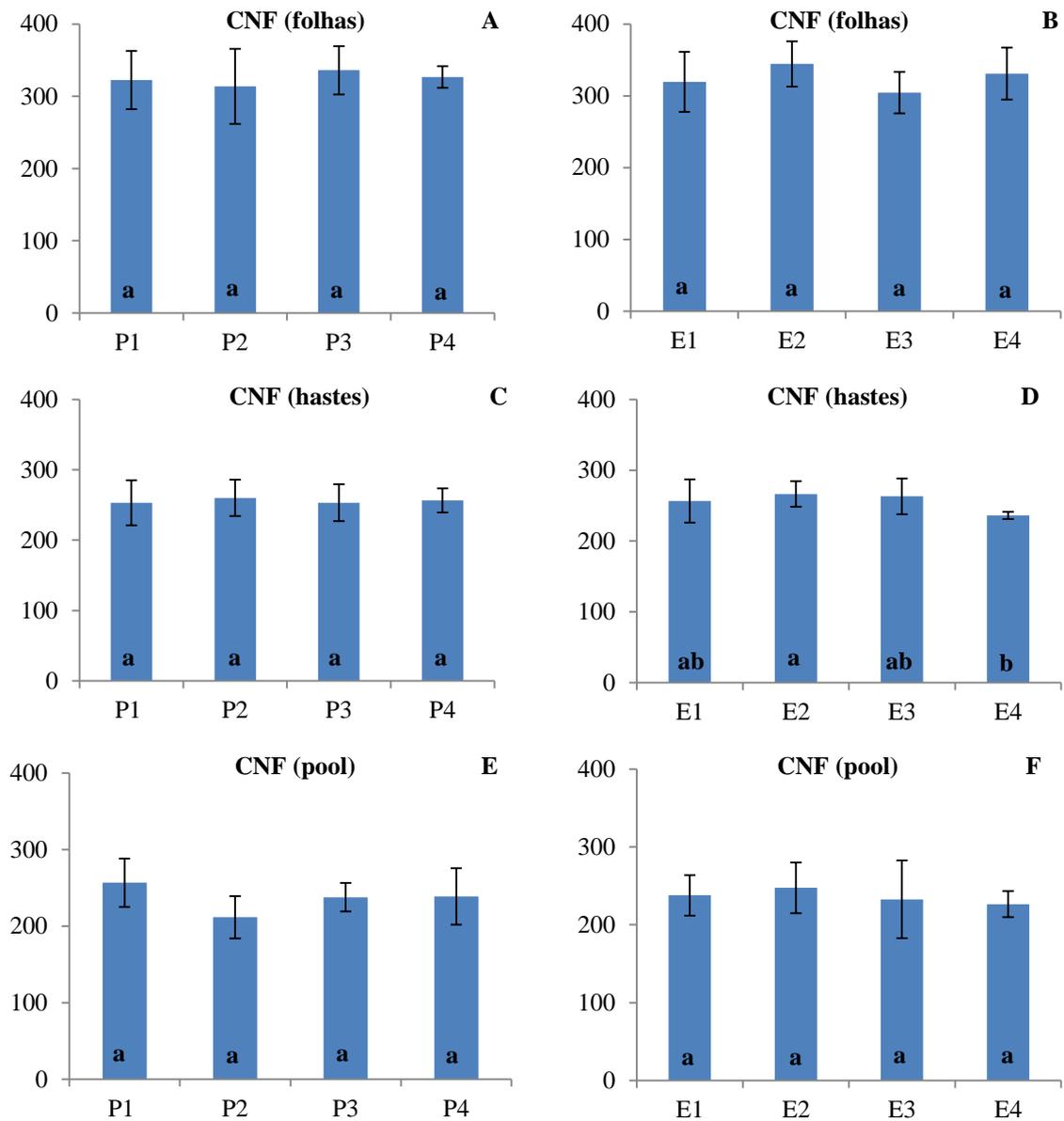


Figura 7. Concentração média (g/kg) de carboidrato não fibroso (CNF) nas folhas, hastes e pool da pupunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.

As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

Não houve efeito ($P > 0,05$) na interação ou isolado para o espaçamento de plantio e adubação fosfatada para as concentrações de potássio (K) e magnésio (Mg), com exceção do teor de Mg nas hastes que apresentaram efeito ($P < 0,05$) para o fator espaçamento de plantio (Tabela 7).

Tabela 7. Concentração média (g/kg) de potássio (K) e magnésio (Mg) nas folhas, hastes e pool da pornunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis	Média (g/kg)	CV(%)	
Potássio (folha)	Espaçamento	4,0	21,68
	Adubação	4,0	21,68
	Espaçamento x Adubação	4,0	21,68
Potássio (hastes)	Espaçamento	5,5	11,13
	Adubação	5,5	11,13
	Espaçamento x Adubação	5,5	11,13
Potássio (pool)	Espaçamento	5,5	13,76
	Adubação	5,5	13,76
	Espaçamento x Adubação	5,5	13,76
Magnésio (folha)	Espaçamento	5,4	13,67
	Adubação	5,4	13,67
	Espaçamento x Adubação	5,4	13,67
Magnésio (Hastes)	Espaçamento-1	6,5 ^a	--
	Espaçamento-2	4,9 ^c	--
	Espaçamento-3	5,9 ^{ab}	--
	Espaçamento-4	5,3 ^{bc}	--
	Média	5,7*	14,20
	Adubação	5,7	14,20
	Espaçamento x Adubação	5,7	14,20
Magnésio (Pool)	Espaçamento	5,5	13,71
	Adubação	5,5	13,71
	Espaçamento x Adubação	5,5	13,71

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5 m; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0 m; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 m e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação.

Verifica-se na Tabela 7, que os teores médios de K (4,0; 5,5 e 5,5 g/kg) e Mg (5,4; 5,7 e 5,5 g/kg) para os respectivos componentes da planta (folhas, hastes e pool) foram semelhantes aos de Ferreira et al. (2009), no que se refere ao teor de potássio (7,1; 4,7 e 5,7 g/kg) e superiores aos de magnésio (3,4; 3,7 e 3,5 g/kg), estudando a produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça, respectivamente. No entanto, inferiores aos reportados por Parente et al. (2007) para potássio (81,1 g/kg) e magnésio (48,7 g/kg). Já Araujo Filho et al. (2011), observaram níveis médio de potássio (14,1 g/kg) superiores a presente pesquisa mas os valores médio de magnésio (4,1 g/kg) foram inferiores, mesmo com aplicação de calcário dolomítico para fins de correção do solo.

Ao correlacionarmos as concentrações de K e Mg (Figura 8 e 9 A, C e E) a adubação fosfatada não influenciou ($P>0,05$) o equilíbrio desses dois elementos minerais na planta. Possivelmente os teores recomendados de K para pornunça são os mesmos aplicados para cultivar mandioca, pois as sugestões de adubação foram referendadas em relação a essa cultivar já que não existe na literatura qualquer recomendação alusiva à pornunça.

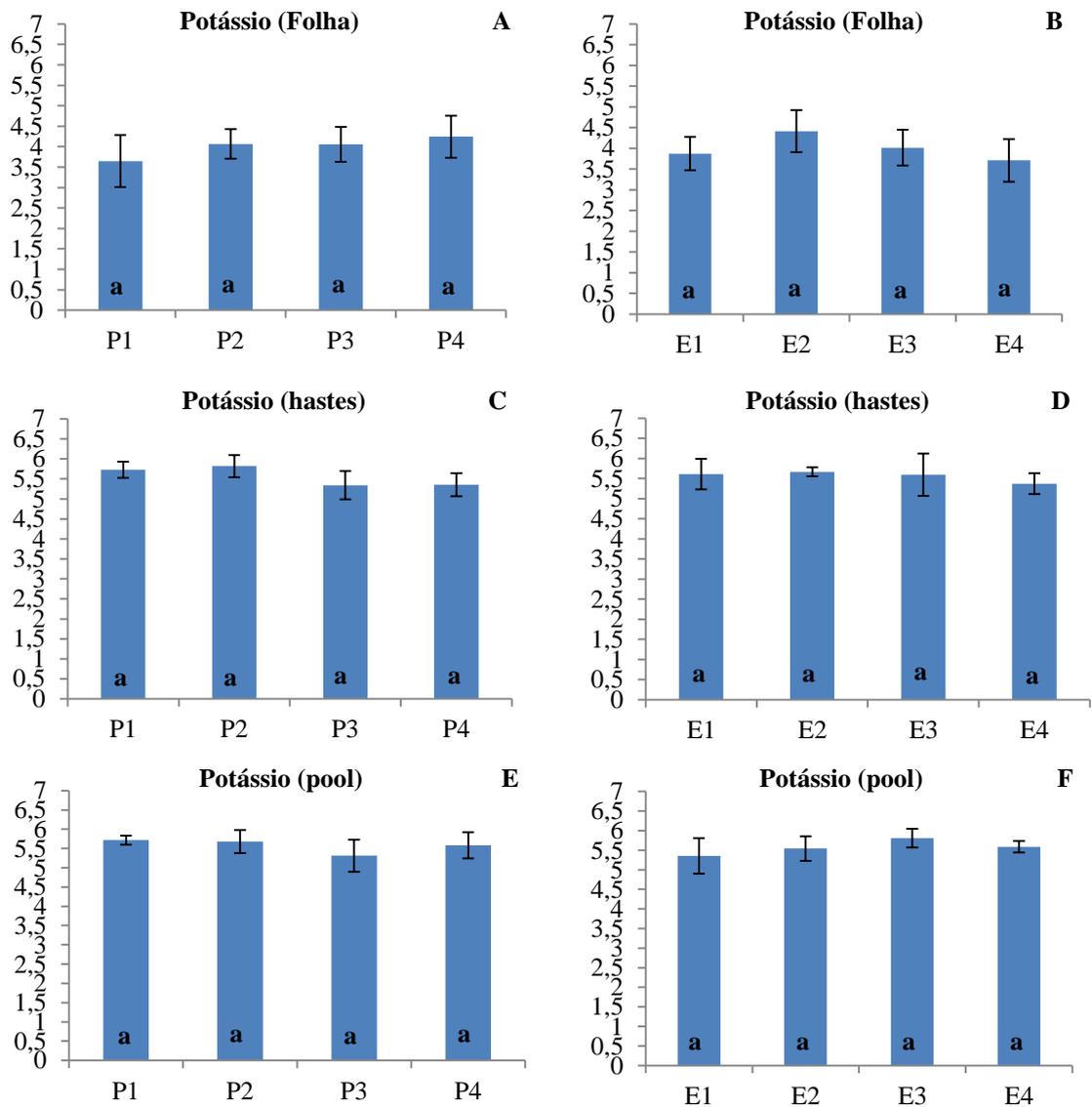


Figura 8. Concentração média (g/kg) de potássio (K) nas folhas, hastes e pool da pornuça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.

As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

Segundo Malavolta et al. (1997), a absorção do P é influenciada pela concentração de Mg no meio, podendo o Mg ser carregador do P para dentro da planta. Acredita-se também que a existência da inter-relação desses dois íons é consequência da necessidade de Mg nas reações de transferência de energia (BERGMANN, 1992). Relação que não foi observada na presente pesquisa, já que as concentrações de Mg (Figura 9A, C e E) do presente estudo estão acima das citadas por Ferreira et al (2009) e

Araújo Filho et al (2011), mas os teores de P estão abaixo das citadas por estes autores (Figura 10A, C e E).

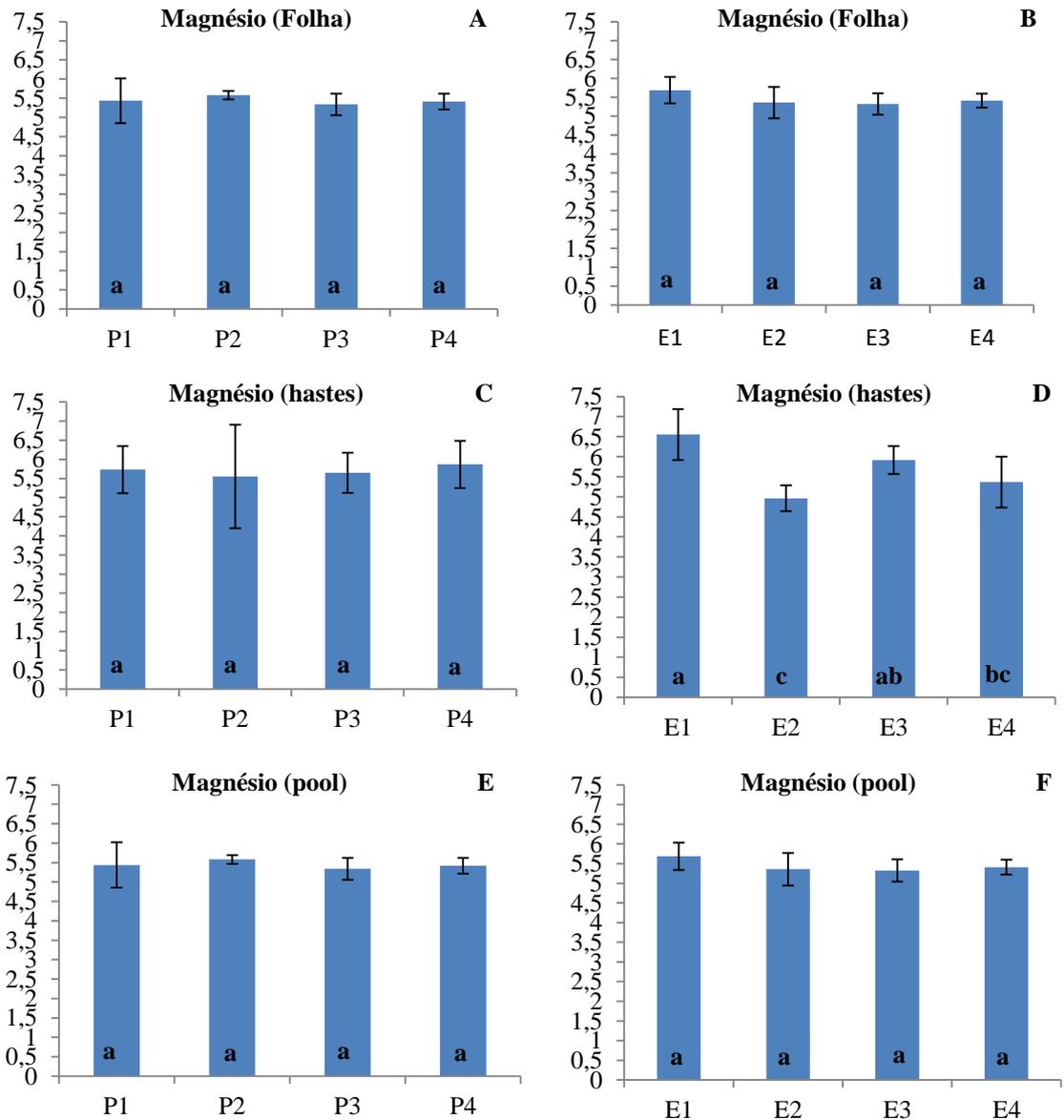


Figura 9. Concentração média (g/kg) de magnésio (Mg) nas folhas, hastes e pool da pornunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.

As barras verticais representam o desvio padrão da média;*Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova);**Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

De qualquer modo, apesar de existirem resultados que indicam essa interação (ZHONG et al., 1993; MENGEL e KIRKBY, 2001), ainda não existem evidências diretas do efeito do P e Mg sobre a concentração de Mg ou P na solução do solo, no transporte para superfície das raízes e na absorção ou na translocação desses íons dentro das plantas (SKINNER e MATTHEWS, 1990).

Para os efeitos de espaçamento de plantio e adubação fosfatada, observou interação ($P < 0,05$) para a relação destes dois fatores para as concentrações de cálcio nas folhas (Tabela 8).

Tabela 8. Concentração média (g/kg) de cálcio (Ca) nas folhas, hastes e pool da pornunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis		Média (g/kg)	CV (%)
Cálcio (folha)	Espaçamento	30,2	18,41
	Adubação	30,2	18,41
	Espaçamento x Adubação	30,2*	18,41
Cálcio (hastes)	Espaçamento	28,5	28,86
	Adubação	28,5	28,86
	Espaçamento x Adubação	28,5	28,86
Cálcio (Pool)	Espaçamento	28,9	29,64
	Adubação	28,9	29,64
	Espaçamento x Adubação	28,9	29,64

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5 m; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0 m; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 m e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação.

Os teores de cálcio (Ca) estudados na folha, hastes e pool da pornunça variaram de 28,5 a 30,2 g/kg (Tabela 8), apesar do solo ter baixa concentração de Ca e pH ácido (Tabela 1), a adubação fosfatada influenciou os teores de Ca na planta. Segundo Cavalheiro e Trindade (1992), estudando concentrações de Na, K, Ca e Mg em pastagens nativas, concluíram que a concentração de Ca na pastagem é altamente correlacionada com o nível de Ca no solo, o mesmo sendo constatado para o Mg. Porém, Mengel e Kirkby (1982), dizem que a absorção de Ca é controlada geneticamente pelas plantas e altas quantidades resultam mais de um eficiente mecanismo da raiz em absorvê-lo do que seu conteúdo disponível no solo.

O que corrobora com essa pesquisa, pois os baixos teores de Mg ($0,8 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) e Ca ($1,4 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) descritos na análise química do solo (Tabela 1) não refletem os teores obtidos na planta (Tabela 7 e 8). Isso se explica, porque o cálcio apesar de possuir baixa mobilidade no solo e na planta, a sua absorção se concentra nas extremidades, onde o cálcio é absorvido pelas raízes e transportado via xilema e se

concentra nas folhas, órgão de maior demanda transpiratória da planta, onde o Ca é essencial para este processo.

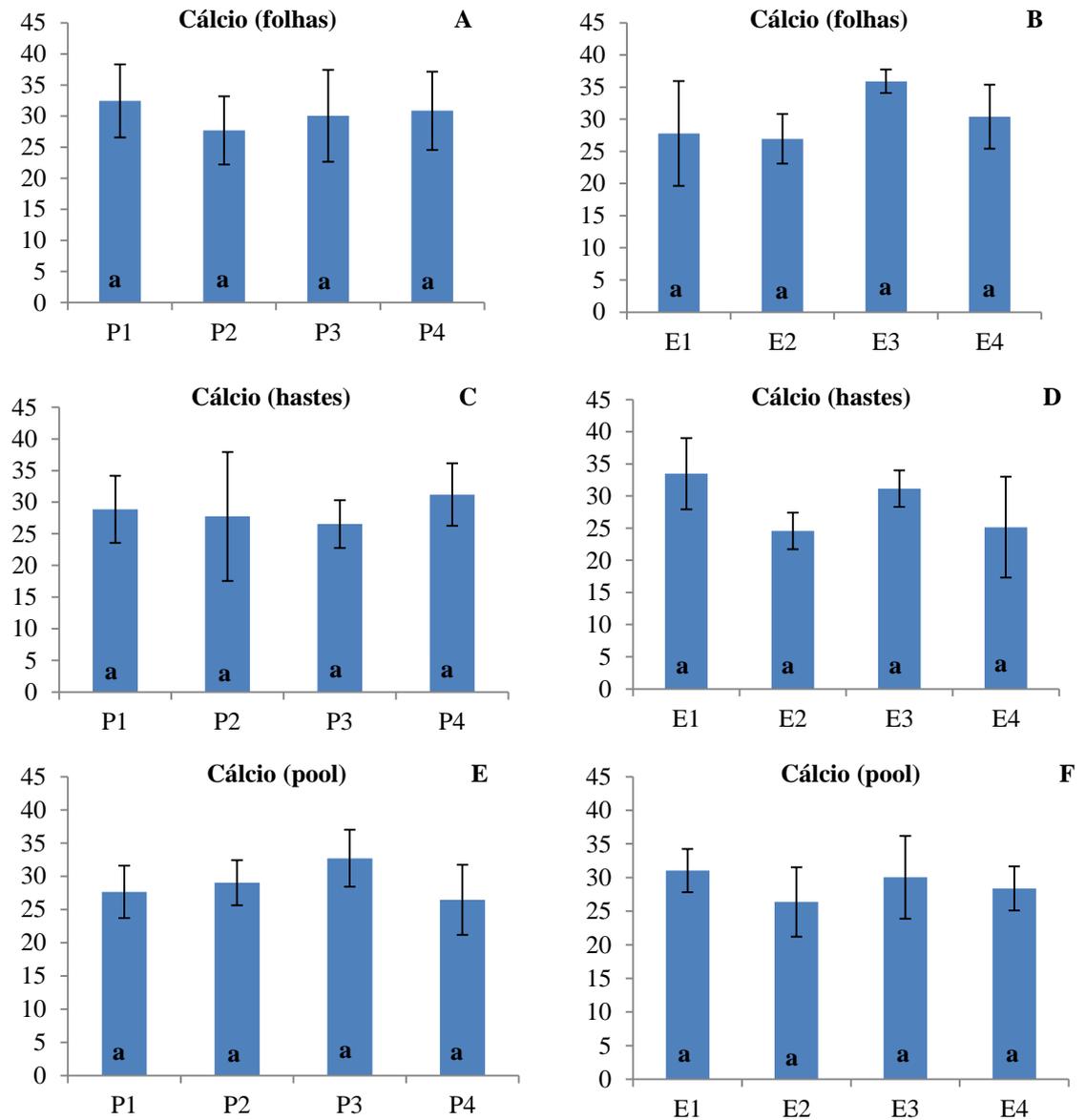


Figura 10. Concentração média (g/kg) de cálcio (Ca) nas folhas, hastes e pool da porneúca (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.

As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

As concentrações deste ensaio foram superiores aos de Araújo Filho et al. (2011), estudando maniçoba (9,4 g/kg) em solos corrigidos com calcário dolomítico,

Azevedo et al.(2006), estudando silagem de mandioca (10,2 g/kg) e Ferreira et al. (2009), para mandioca (9,6 g/kg), maniçoba (12,7 g/kg) e pornunça (1,8 g/kg). Por outro lado, estes resultados são inferiores aos teores reportados por Parente et a. (2007), utilizando níveis crescentes de nitrogênio para maniçoba (40,6 g/kg).

Correlacionando as Tabelas 8 e 9, as relações Ca:P observadas na pornunça foram de 60,4:1 nas folhas, 25,9:1 nas hastes e 20,64:1 para o pool, verificou-se que a adubação fosfatada não elevou os teores de fósforo na planta independente da densidade de plantio, gerando relações altíssimas daquelas preconizadas pela literatura (2:1) para o controle desses dois elementos no organismo animal. Fato que pode reduzir o ganho de peso, devido a uma redução da digestibilidade da dieta (McDOWELL, 1992), possivelmente em consequência de o Ca fornecer rigidez a parede celular pelo cruzamento de cadeias de pectinas na lamela média.

Houve efeito ($P < 0,05$) para adubação fosfatada nas concentrações de fósforo nas hastes e pool (Tabela 9). Ainda na mesma tabela, estão expressas as médias das concentrações de fósforo na pornunça (folha, hastes e pool), variando entre 0,5 e 1,4 g/kg.

Tabela 9. Concentração média (g/kg) de fósforo (P) nas folhas, hastes e pool da pornunça (*Manihot* sp.) sob adubação fosfatada e espaçamento de plantio.

Variáveis		Média (g/kg)	CV(%)
Fósforo (folha)	Espaçamento	0,5	55,71
	Adubação	0,5	55,71
	Espaçamento x Adubação	0,5	55,71
Fósforo (hastes)	Espaçamento	1,1	45,95
	Adubação	1,1*	45,95
	Espaçamento x Adubação	1,1	45,95
Fósforo (pool)	Espaçamento	1,4	45,98
	Adubação	1,4*	45,98
	Espaçamento x Adubação	1,4	45,98

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a *5%; Espaçamento-1= 1,5 x 1,5 m; Espaçamento-2= 1,5 x 2,0 m; Espaçamento-3= 2,0 x 2,0 m e Espaçamento-4= 2,5 x 2,0 m; CV = Coeficiente de variação.

De modo geral, a adubação fosfatada e o espaçamento de plantio não influenciaram os teores de fósforo na pornunça, pois os teores de fósforo da presente pesquisa foram inferiores aos de Araújo Filho et al. (2011), submetendo a maniçoba a dois tipos de espaçamento de plantio e três tipos de adução após 120 dias de um corte de uniformização, verificando teores médios de P de 2,5 g/kg; Parente et al. (2007), estudando maniçoba sob cinco níveis de adubação nitrogenada após 172 dias depois do

transplântio reportaram teores médios de 16,1 g/kg e Ferreira et al. (2009), obtiveram valores médio de 2,4 g/kg para mandioca, 1,6 g/kg para maniçoba e 1,8 g/kg para pornunça submetidas a dois tipos de podas durante um período de 90 e 365 dias.

Os resultados da presente pesquisa corroboram com as observações de Coates et al. (1990), de que as concentrações de fósforo declinam com o avanço da maturidade das plantas. Além disso, segundo Underwood e Suttle (1999), as maiores concentrações de fósforo ocorrem nas fases iniciais e nos períodos de maior crescimento das plantas. Deste modo, os teores de fósforo citados por Araújo Filho et al. (2011), Parente et al. (2007) e Ferreira et al. (2009) estão relacionados a idade da planta e número de podas ou a interação desses fatores. Entretanto no presente ensaio experimental, onde a idade de corte da planta foi de 450 dias depois do corte de uniformização e ausência de podas, podendo influenciar os teores de fósforo na planta.

Observa-se na Figura 11C e E, que o fator adubação fosfatada na dose P4 (169,98 g/cova), obteve teores de 1,6 g/kg nas hastes 2,0 g/kg para o pool, evidenciando que para esse fator os teores reportados por Ferreira et al (2009) para maniçoba e pornunça, são semelhantes. Corroborando com trabalhos realizados por Costa (1983), demonstrando que aplicações de doses elevadas de P, é possível incrementar a concentração desse nutriente na MS das gramíneas. Porém, esse comportamento não foi observado nas concentrações de fósforo nas folhas (Figura 11A).

É notório, que forrageiras respondem a uma adubação mineral, quando há conteúdo de água no solo, pois através da água há difusão de nutrientes de um determinado lugar para o outro e até às raízes. Provavelmente, estas discrepâncias observadas em relação a esta pesquisa e as citadas sejam devidas as condições de stress hídrico, desuniformidade da espécie, variabilidade da espécie e da mesma por ainda não ser domesticada.

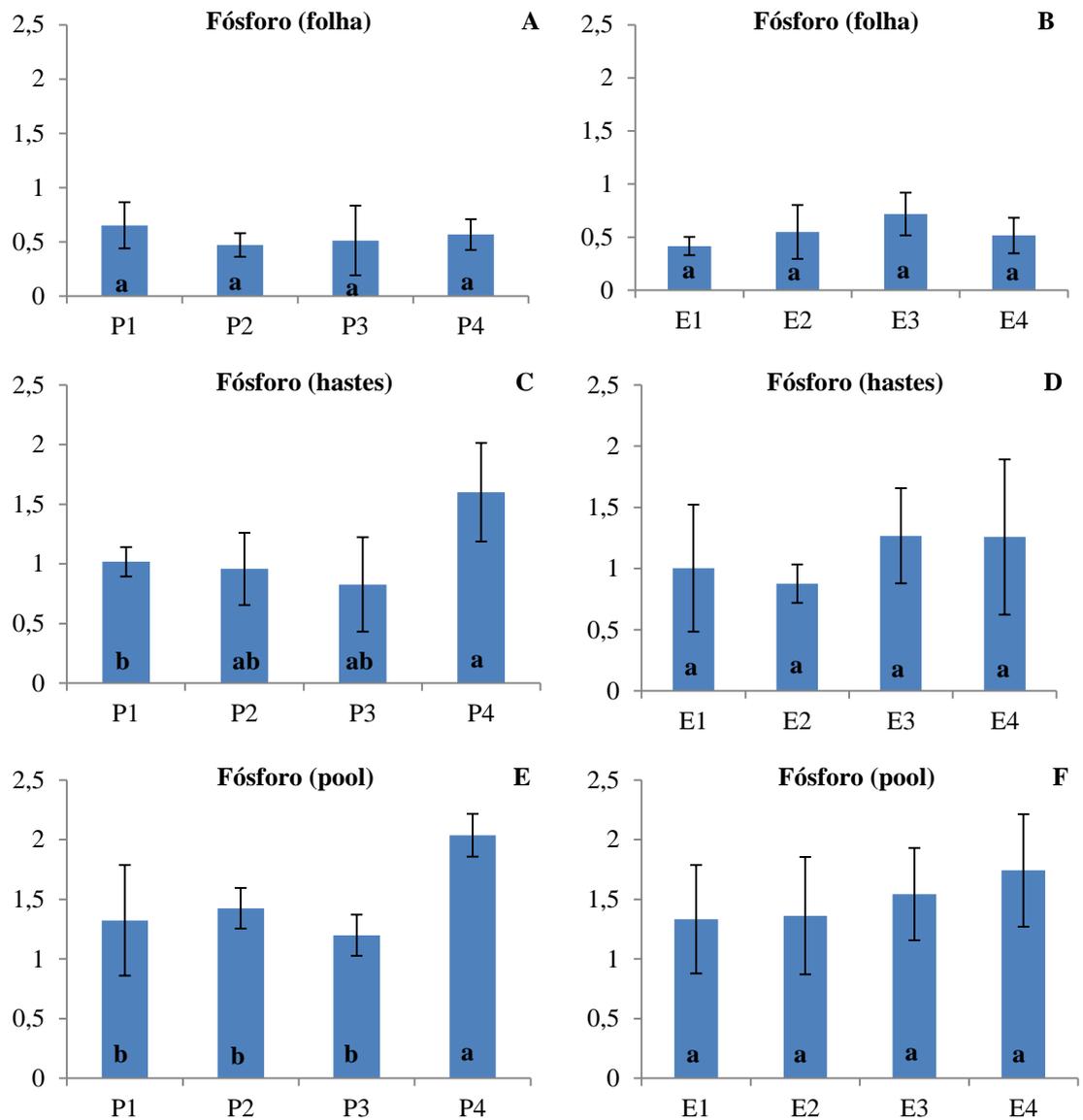


Figura 11. Concentração média (g/kg) de fósforo (P) nas folhas, hastes e pool da pornuça (*Manihot* sp) sob adubação fosfatada (A, C e E)* e espaçamento de plantio (B, D e F)**.

As barras verticais representam o desvio padrão da média; *Dose de fósforo (P1= 0,0; P2= 56,66; P3= 113,32 e P4= 169,98 g/cova); **Espaçamento de plantio (E1= 1,5 x 1,5; E2= 1,5 x 2,0; E3= 2,0 x 2,0 e E4= 2,5 x 2,0 m).

4. CONCLUSÕES

Em condições de sequeiro, o espaçamento de plantio e a adubação fosfatada não interferem ($p > 0,05$) na composição químico-bromatológica das folhas e do pool da pornunça, em termos de MS, PB, FDN, CHOT e CNF à exceção do teor de EE do pool;

Pelo contrario, o espaçamento de plantio e a adubação fosfatada afetam ($p < 0,05$) na composição químico-bromatológica das hastes, à exceção do CHOT;

A adubação fosfatada e o espaçamento de plantio influenciam ($p < 0,05$) os teores de magnésio e fósforo nas hastes e fósforo no pool da pornunça.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-KARAKI, G.N. Rhizobium and phosphorus influence on Lentil seed protein and lipid. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v. 22, p. 351-358, 1999.

ANDRADE, A.P.; SOUSA, E.S.; SILVA, D.S. et al. Produção Animal no Bioma Caatinga: Paradigmas dos 'Pulsos - Reservas'. **Revista Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa, PB, v. 35, n. Suplemento, p. 138-155, 2006.

ARAÚJO FILHO, J.T. PAES, R.A.; AMORIM, P.L. de. et al. Características morfológicas e valor nutritivo da maniçoba submetida a espaçamentos de plantio e adubações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.12, n.3, p.573-582, 2011.

ARAÚJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; SILVA, D.S. et al. Produção e composição do leite de cabras Moxotó submetidas a dietas com feno de maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell Arg.). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.860-873, 2009.

AZEVEDO, E.B.; NÖRNBERG, J.L.; KESSLER, J.D. et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.1902-1908, 2006.

BERGMAN, W. **Nutricional disorders of plants**: development, visual and analytical diagnosis. 2nd Ed., New York: Gustav Fischer Publishing House Jena , 1992. 741p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional – MIN. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, 2006. 32 p.

CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limosin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.

CARNEIRO, A. M. et al. Adubação fosfatada no estabelecimento e produções iniciais do capim andropogon (*Andropogon gayanus*, Kunth). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v.4, n.2, p. 129-139, 1992.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M. et al. Degradabilidade ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.4, 2006.

CARVALHO, J.L.H. A parte aérea da mandioca na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, v.10, n.119, p.28-35, 1984.

CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzato. 1992. 141p.

COATES, D.B.; KERRIDGE, P.C.; MILLER, C.P. et al. Phosphorus and beef production in northern Australia. 7. The effect of phosphorus on the composition, yield and quality of legume-based pasture and their relation to animal production. **Tropical Grasslands**, Peak Crossing, v.24, p.209-220, 1990.

COSTA, G.G.; MONNERAT, P.H.; GOMIDE, J.A. Efeito de doses de fósforo sobre o crescimento e teor de fósforo de capim-jaraguá e capim-colonião. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.12, p.1-10, 1983.

CRUZ CD. **Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística**. UFV, Viçosa, Brasil, 648pp. 2001.

EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed., Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA- CNPS. Documentos, 1).

FERREIRA, A.L.; SILVA, A.F.; PEREIRA, L.G.R. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.129-136, 2009.

FIGUEIREDO, M. P.; SOUZA, L.F.; FERREIRA, J.Q. Cinética da degradação ruminal da matéria seca da haste, da raiz, do feno da parte aérea e da silagem de raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tratada com uréia. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v.43, n.1 p.11-17, 2006.

FRANÇA, A.A.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V. et al. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.2, p.131-138, 2010.

GIULIETTI, A.M.; BOCAGE, 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: 2004. p. 47-90.

ITALIANO, E.G.; GOMIDE, J.A.; MONNERAT, P.H. Doses e modalidades de aplicação de superfosfato simples na semeadura do capim-jaraguá. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.10, p.1-10, 1981.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das planta: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MATOS, D.S.; GUIM, A.; BATISTA, Â.M.V. et al. Composição química e valor nutritivo da silagem de Maniçoba (*Manihot epruinosa*). **Archivos de Zootecnia**, v.54, n.208, p.619-629. 2005.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. New York: Academic, 1992. 524p.

MENDONÇA JUNIOR, A.F.; BRAGA, A.P.; CAMPOS, M.M.C. et al. Avaliação da composição química, consumo voluntario e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.), fornecidas a ovinos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. V. 8 , n. 1 , 2008.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: Switzerland, 1982, 655p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrechth: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1992. p.188.

MORETINE, C.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. et al. Avaliação nutricional de alguns alimentos para eqüinos por meio de ensaios metabólicos. **Ciências Agrotécnicas** , Lavras, v.28, n.3, p.621-626, 2004.

NUNES IRMÃO, J.; FIGUEIREDO, M.P.; PEREIRA, L.G.R. et al. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.158-169, 2008.

PARENTE, H.N.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P. et al. Influência da Adubação Nitrogenada sobre o Crescimento Inicial e Composição Química e Mineral da Maniçoba (*Manihot* sp.). **Revista Científica de Produção de Animal**, v.9, n.2, 2007.

PASSOS, R.R; FAQUIN, V.; CURI, N. et al. Fontes de fósforo, calcário e gesso na produção de matéria seca e perfilhamento de duas gramíneas forrageiras em amostras de um latossolo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 227- 233, 1997.

ROCHA JUNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p. 480-490, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimento: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SKINNER, P.W.; MATTHEWS, M.A. A novel interaction of magnesium translocation with the supply of phosphorus to roots of grapevine (*Vitis Vinifera* L.). **Plant, Cell and Environment Logan**, v.13, p. 821-826, 1990.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, E.J.O.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V. et al. Qualidade de silagens de maniçoba (*Manihot esculenta*) emurhecida. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.212, p.352, 2006.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3. Ed. New York: CABI, 1999. 601p.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHAES, K.A.; ROCHA JUNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2.ed., Viçosa: UFVIDZO, 2006.329p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; EDIVAN, R.L. et al. Morfometria, produção e composição bromatológica da Maniçoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, n.2, p.36, 2010.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

ZHONG, W.; SCHOBERT, C.; KOMOR, E. Transport of magnesium ions in the phloem of *Ricinus communis* L. seedlings. **Planta**,v.190, p.114-119, 1993.

CAPÍTULO 4

**Modelo para estimativa da área foliar da pornunça (*Manihot* sp.)
utilizando medidas morfométricas**

Modelo para estimativa da área foliar da pornunça (*Manihot* sp.) utilizando medidas morfométricas.

RESUMO

A área foliar (AF) é uma variável importante para descrever o crescimento de uma espécie de planta. Entretanto, por existirem vários métodos de avaliação, são necessários estudos que apontem um método que reúna as seguintes características; praticidade, precisão e baixo custo. O experimento objetivou estabelecer um modelo para estimativa da área foliar da pornunça (*Manihot* sp.) a partir de medidas morfométricas do limbo foliar. O estudo foi realizado em condições de campo. A área era composta por três blocos, cada bloco com dezesseis parcelas, onde foram coletadas 3 folhas por planta, num total de 144, para determinação da AF, utilizando o método direto (AFReal), medidor de área foliar tipo esteira (Li-Cor 3100) e por meio das dimensões lineares. Os dados foram submetidos à análise de regressão, sendo as equações obtidas pelo software Excel versão 2007. A área foliar da pornunça determinada pelo medidor Li-Cor 3100 é cerca de 10% inferior em comparação ao método AFReal. O modelo que melhor se ajusta para a estimativa da área foliar foi do tipo potencial a partir das dimensões morfológicas se aproximarem mais quando se usa o produto da largura pelo comprimento da folha, independente do seu tamanho.

Palavras-chave: Forragicultura, métodos de determinação da área foliar, morfologia, Semiárido.

Model for estimating the leaf area of pornunça (*Manihot* sp.) using morphometric measures

ABSTRACT

The leaf area (AF) is an important variable to describe the growth of a plant species. However, because there are several evaluation methods, it is necessary to point out one method that satisfies the following characteristics: practicality, accuracy and low cost. The aim of the experiment was to establish a model for estimating leaf area of pornunça (*Manihot* sp.) from morphometric measurements of the leaf blade. The study was conducted under field conditions, the area consisted of three blocks, each block with sixteen plots, which were collected 3 leaves per plant, for a total of 144, to determine the AF using the direct method (AFReal), leaf area mat meter type (Li-Cor 3100) and by linear dimensions. Data were subjected to regression analysis, and the equations obtained by Excel version 2007. The pornunça Leaf Area determined by the meter Li-Cor 3100 is about 10% lower compared to the method AFReal. The model that presented better results for the estimation of leaf area was the potential type from the morphometric dimensions that were closer when it was used the width product by the length of the leaf, regardless of its size.

Keywords: Forage, methods of determining leaf area, morphology, semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A escassez de forragem no Semiárido, notadamente no período seco, é um dos principais problemas para sustentabilidade da produção de leite e carne durante o ano, necessitando-se, portanto, de alimentos alternativos que possam reduzir a instabilidade sazonal de alimento. Neste contexto, a pornunça (*Manihot* sp), planta do gênero *Manihot*, por ser adaptada a região, constitui uma alternativa para alimentação animal.

De acordo com Azevedo et al. (2006), a qualidade dessas forrageiras do gênero *Manihot* evidencia-se pelo elevado teor de proteína e carboidratos não-fibrosos em relação às gramíneas tropicais. Desta forma, a exploração racional da parte aérea da pornunça pode surgir como uma importante alternativa para alimentação dos ruminantes.

O primeiro passo para se estudar o crescimento das plantas é conhecer características do crescimento e desenvolvimento da planta. Dentre essas características, o conhecimento da área foliar (AF) é um importante parâmetro (LIMA et al., 2008) e é uma medida necessária para a maioria dos estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal (BLANCO e FOLEGATTI, 2003). Sendo uma das características mais difíceis de serem mensuradas, porque normalmente requer equipamentos caros ou técnicas destrutivas (BIANCO et al., 1983).

Existem vários métodos para se medir a área foliar com boa precisão, sendo classificados em destrutivos e não destrutivos, diretos ou indiretos (MARSHALL, 1968). Dentre os métodos mais utilizados para determinar a AF, um dos mais requisitados são: o método destrutivo, onde as folhas são coletadas e levadas para análise em laboratório onde o integrador de área foliar tipo esteira (LI-COR 3100) está instalado. Este método é estimado através da área pelo princípio de células de grade de área conhecida (LI-COR 3100, 1996). Geralmente, é mais trabalhoso, por isso demanda tempo e mão-de-obra, que nem sempre são disponíveis ao pesquisador (SGARBI JÚNIOR, 1982). Outra desvantagem a ser computada à avaliação de área foliar pelo método destrutivo é que se torna necessário um grande número de plantas na parcela para sua quantificação em diferentes épocas do período de cultivo (LIMA, et al., 2008), além de possuir um elevado custo na aquisição do aparelho.

Outro método muito utilizado pelos pesquisadores é o não destrutivo, onde estima a área foliar através de equações matemáticas que consistem na relação entre o comprimento da nervura central (C) e largura máxima (L) e as relações entre estas medidas (CxL). Segundo Caetano (2004), esse método é importante por adequar-se facilmente ao uso no campo, podendo as avaliações ser executadas várias vezes ao longo do desenvolvimento da cultura e nas mesmas folhas. A limitação financeira para aquisição de aparelhos medidores de área foliar faz dos modelos matemáticos importante ferramenta no contexto científico. Corroborando com Pinto et al. (2007), estudos sobre a correlação da área foliar a partir das medidas do comprimento e a largura do limbo foliar tem gerado equações com excelente precisão de estimativa em relação a métodos mais sofisticados e caros.

É notório, que são inúmeras as pesquisas para determinar a área foliar em diversas culturas anuais e perenes, porém esse índice é pouco estudado em culturas do gênero *Manihot*. No Brasil, essa prática de pesquisa nesse gênero ainda é muita escassa principalmente no que diz respeito à pornunça. Portanto, compreender o crescimento e o desenvolvimento de espécies como a pornunça, pode permitir a prática e estratégias de manejo que elevem a produtividade.

Este trabalho, foi realizado com o objetivo de encontrar um modelo para estimativa da área foliar da Pornunça (*Manihot* sp.) a partir de medidas morfométricas do limbo foliar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em condições de campo, no período de maio de 2010 a outubro de 2011, na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizada no município de Campina Grande-PB, com altitude de 552 metros, temperatura máxima de 31-32 °C e mínima em torno de 23 a 15°C, umidade relativa do ar entre 75 a 82 % e precipitação pluvial de 1.046 mm³.

A área experimental era composta por três blocos, cada bloco com dezesseis parcelas com 6 m de comprimento por 17 m de largura, resultando em parcelas de 102 m². Posteriormente o solo foi preparado de forma convencional, através de aração e gradagem. A cultura foi estabelecida em um solo franco-arenoso, de acordo com a análise física do solo pelo Laboratório de Solos e Água (LASAG) da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Patos (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo da Estação Experimental Lagoa Bonita

pH	M.O	P	Ca	Mg	K	Na	H+Al	T	V
CaCl ₂ 0,01M	g/dm ³	µg/cm ³	-----	-----	-----	-----Cmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----	%
4,3	9,4	2,9	1,4	0,8	0,17	0,69	3,1	6,2	49,7
Análise física do solo									
Granulometria			Class.Textural		C.C.	P.M.P	Densidade		
g.kg ⁻¹			USDA			%	g/cm ³		
Areia	Silte	Argila					Global	Partícula	
820	80	100	Areia Franca		16,35	7,43	1,40	2,44	

As mudas da pornunça, planta do gênero *Manihot* sp (espécie de folhas compostas formada por 3 a 5 fólios do tipo palmada), foram feitas a partir de estacas, plantadas em sacos plásticos, contendo substrato de areia vegetal e esterco bovino curtido, na proporção de 2:1. Em seguida foi realizado o transplântio (final de maio) das mudas para covas contendo 6 litros de esterco bovino curtido em espaçamentos de 2,0 x 2,0m; após 45 dias foi realizado um corte de uniformização na altura de 50 cm. Previamente o solo foi adubado com N, P e K conforme a análise de solo, tomando-se como base a cultura da mandioca (Tabela 1).

De forma aleatória foram marcadas 48 plantas, devidamente identificadas, para acompanhamento do crescimento vegetativo. No final do período experimental (463 dias depois após o corte de uniformização) as plantas foram cortadas a 50 cm do solo, colocadas individualmente em sacolas plásticas e transportadas para Universidade

Federal de Campina Grande – Campus Campina Grande. Em seguida, foram coletadas 3 folhas por planta, num total de 144, para determinação da área foliar (AF) utilizando o método direto (AFReal). Cada folha foi cuidadosamente desenhada em papel. Utilizando-se uma caneta para transparência, fez-se o contorno destas, em uma transparência sobre a prancheta, reproduzindo-se exatamente o seu formato original. Os desenhos das folhas foram repassados para papel tipo A₄ de uma mesma resma, posteriormente recortadas e pesadas em balança analítica, anotando-se todas as casas decimais para minimizar a margem de erros. É importante salientar que todas as folhas não tinham qualquer dano ou ataque de doença ou praga e que se encontravam em franco desenvolvimento vegetativo. Em seguida, foi recortado um quadrado de papel da mesma procedência dos desenhos anteriores, com dimensão de 10 cm x 10 cm, equivalente a 100 cm², pesando 0,810 g.

Concomitantemente a determinação da AFReal, usando-se as mesmas 144 folhas mediu-se a AF por intermédio de um medidor de área foliar tipo esteira (Li-Cor 3100). Na análise dos dados, fez-se a classificação das AF em três classes de tamanho, variando entre 7,00 a 52,90 cm² para folhas pequenas, 53,00 a 86,90 cm² folhas médias e 87,00 e 202,00 cm² folhas grandes, no sentido de verificar-se se havia possíveis variações no cálculo da AF, em função do tamanho da folha e do método de determinação da área foliar.

Também, nas mesmas 144 folhas foi medida em cada uma delas, por meio de uma régua milimetrada, a largura (distância compreendida entre o ápice dos dois primeiros folíolos) e o comprimento (distância entre a base da folha e o ápice do folíolo central), visando encontrar uma relação entre estas variáveis e a área foliar real.

Os resultados foram submetidos à análise de regressão, sendo as equações obtidas pelo software Excel versão 2007.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 (A, B e C), pode-se observar a relação entre a área foliar real (AFReal) para folhas pequenas, média, grande e total, e a área foliar determinada pelo medidor de área foliar tipo esteira (AFLi-Cor). Verifica-se para folhas pequenas (Figura, 1A), que na relação entre os dois métodos, a dispersão dos dados é maior em comparação a folha média e grande (Figura, 1B e C). Neste caso a área foliar determinada pelo método AFLi-Cor é cerca de 20,62 % menor do que o AFReal. A equação da reta passando pela origem apresenta coeficiente angular 0,79, portanto inferior a 1. Porém, à medida que o tamanho da folha foi aumentando os pontos entre esses dois métodos foram se tornando equivalentes, com valores de 10,35 % para folhas médias e 9,49 % para folhas grandes (Figura, 1B e C).

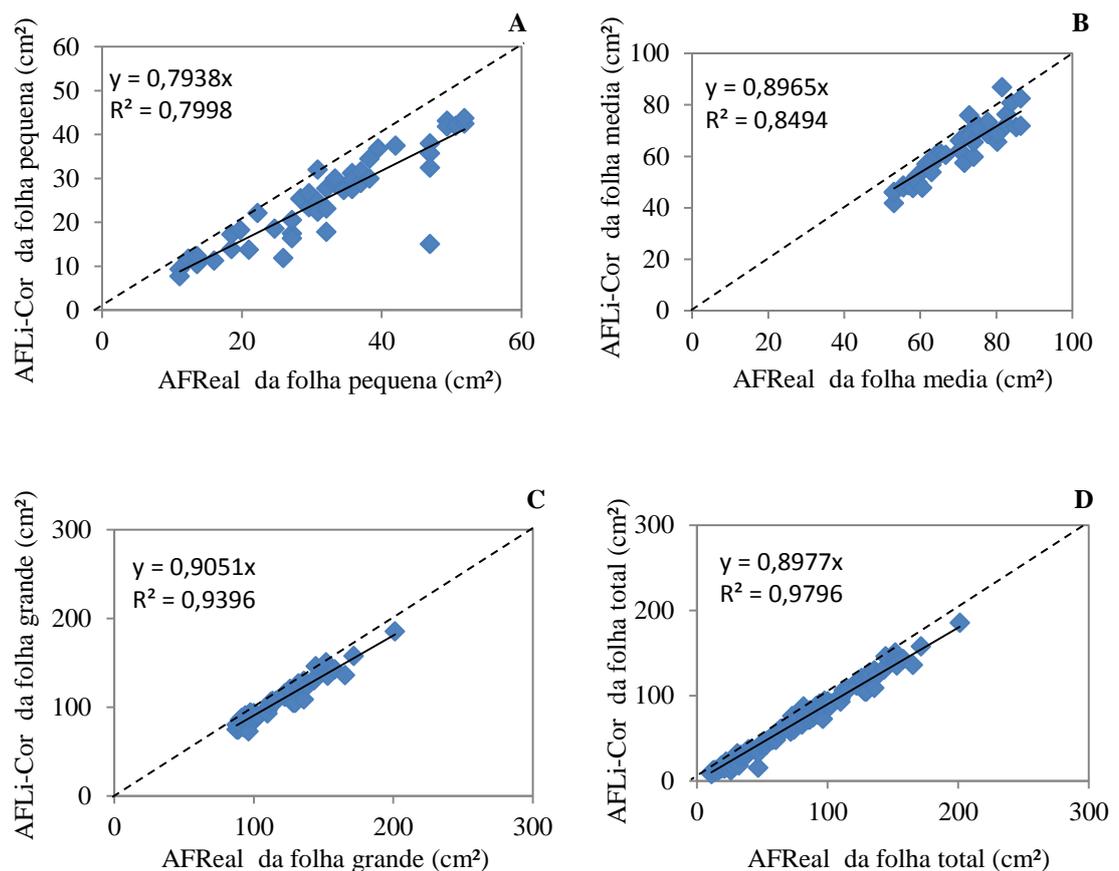


Figura 1 - Relação entre o método direto (AFReal) e o medidor de área foliar tipo esteira (AFLi-Cor) da folha pequena (A), folha média (B), folha grande (C) e da folha total (D) da pornunça (*Manihot* sp.).

É provável, que a diferença entre os dois métodos (AFLi-Cor e AFReal) pode estar associada ao tipo de folha da porção não se ajustar bem ao medidor tipo esteira, podendo no momento do deslocamento da folha haver erros devido a sinuosidade morfológica da folha, logo as microelevações da folha podem dificultar a leitura do escâner. Nas folhas média e grande o efeito decorrente da sinuosidade da folha tende a reduzir, pois como são maiores se ajustam melhor a esteira, ficando mais horizontais no momento da passagem no escâner. Já o método de AFReal, se baseia exatamente na reprodução do formato original (desenho) da folha em papel, o que diminui possíveis erros em decorrência da morfologia da folha, independentemente do tamanho que estejam classificadas.

A escolha do método de estimativa da área foliar depende entre outros, do grau de precisão desejado, do tamanho da amostra e da morfologia das folhas. De maneira geral, os métodos mais precisos são os destrutivos, com a desvantagem de impedirem a continuidade dos estudos na mesma planta (COELHO FILHO et al., 2005). No entanto, ao se utilizar todas as folhas (Figura, 1D), independente da classe de tamanho, o coeficiente angular da reta se aproxima de um, porém a área foliar determinada pelo medidor tipo esteira da Li-Cor (AFLi-Cor), ainda, é cerca de 10 % menor do que o método direto (AFReal).

Quanto ao R^2 , a relação AFLi-Cor e AFReal (Figura, 1A, B e C), apresentam satisfatórios ajustes dos pontos à reta, com coeficiente de determinação de 0,79; para folha pequena, 0,84 para folha média e 0,93 para folha grande, quando classificadas pelo tamanho da folha e 0,97 ao desconsiderar a classificação das folhas (Figura, 1D).

De acordo com os resultados apresentados na Figura (1A, B, C e D), é possível que a separação das folhas por classe de tamanho possa contribuir para maximizar o coeficiente de determinação (R^2) quando estas são agrupadas em uma só classe de tamanho. Segundo Silva et al. (2008), a classificação visual das folhas em grupos de diferentes tamanhos contribui para a redução do número total de folhas necessárias para a estimativa da área foliar em estudos de rotina, sem que haja o comprometimento da avaliação, bem como para a redução da variância dos dados obtidos, devido à homogeneidade das áreas foliares.

É notório que os resultados apresentados na Figura 1 (A, B, C e D), demonstram que é no método de AFReal, onde os pontos da AF mais se aproximam da reta obtida para a proporção 1:1.

Observa-se nas Figuras 2 e 3 (A, B e C), que dentre os modelos matemáticos testados para o comprimento, largura e o produto entre essas duas variáveis da folha, as equações do tipo potencial apresentaram melhores ajustes na curva. Salienta-se que no modelo potencial o valor do coeficiente de determinação foi alto tanto para a AFLi-Cor como AFReal, quando se aplica o produto entre o comprimento e a largura da folha ($C*L$) ressaltados pelos excelentes ajustes, com um R^2 de 0,94 e 0,96, respectivamente. O que corrobora com Pinto et al. (2007), que observaram uma alta correlação entre a AFReal e o produto do comprimento pela largura da folha para estimativa da AF da maniçoba.

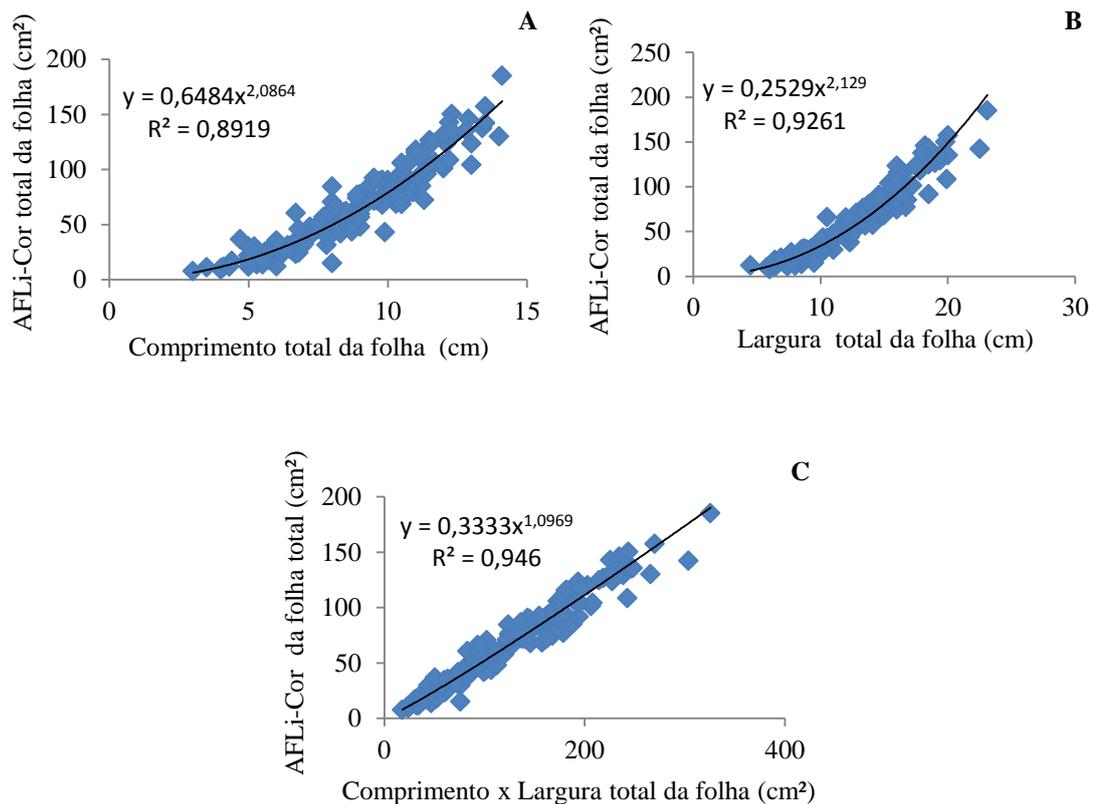


Figura 2 - Relação entre o comprimento total da folha (A), largura total da folha (B) e comprimento x largura total da folha (C) pelo medidor de área foliar tipo esteira (AFLi-Cor) da porção (*Manihot* sp.).

Ao correlacionar o C*L com o método AFReal para estimar a área foliar (Figura, 3C), pode-se observar que a correlação apresentou um coeficiente de determinação ($R^2 = 0,96$) maior do que analisadas separadamente (Figuras, 2A e B e 3A e B) e com a mesma relação utilizando o método AFLi-Cor, demonstrando que o método proporciona uma alta precisão na determinação da área foliar para esta espécie, pois apresenta um excelente ajuste dos pontos na curva, onde 96 % das variações observadas da área foliar foram explicadas pela equação.

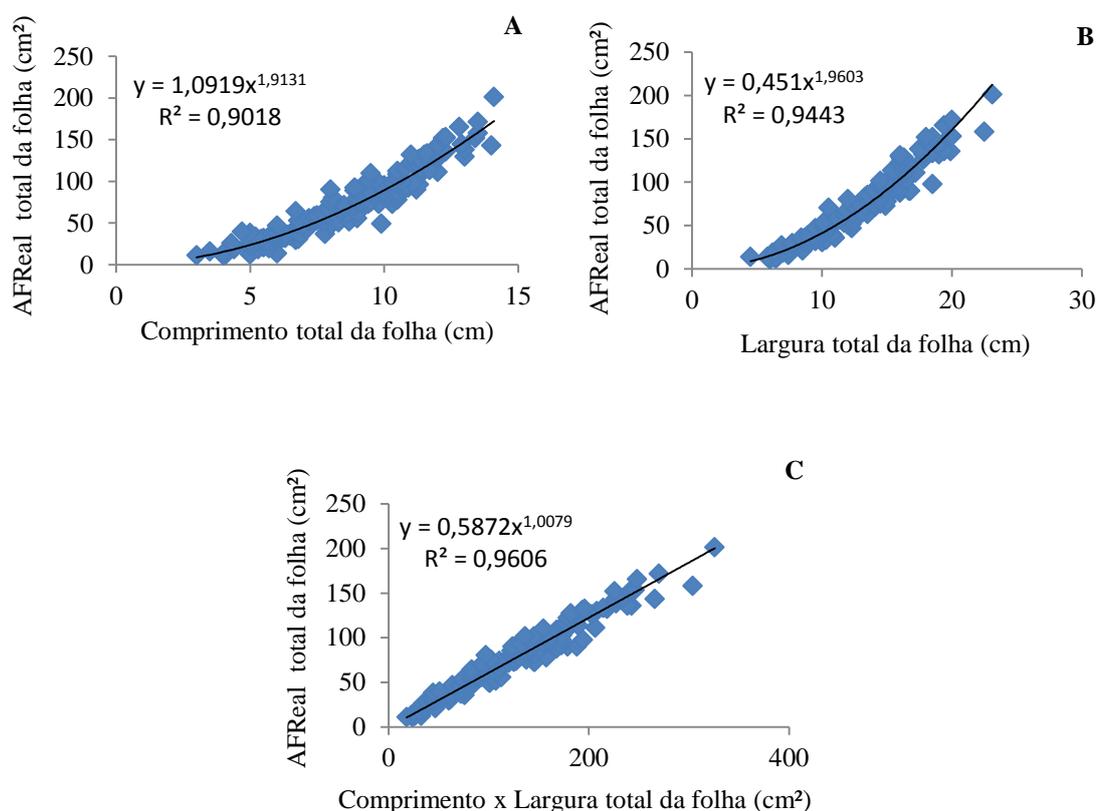


Figura 3 - Relação entre o comprimento total da folha (A), largura total da folha (B), comprimento x largura total da folha (C) pelo método direto (AFReal) da porneunça (*Manihot* sp.).

Observação semelhante foi feita por Lima et al. (2008), no estudo de modelos matemáticos para estimativa da área foliar do feijão caupi ($R^2 = 0,95$) e superior aos Pinto et al. (2007) para duas espécies de maniçoba ($R^2 = 0,89$). O que corrobora com Monteiro et al. (2005), estudando as análises de regressão da área foliar com o comprimento e a largura das folhas, realizadas separadamente, observaram-se menores graus de correlação do que aquela realizada com o produto das duas dimensões. Entretanto, para o feijão-vagem (QUEIROGA et al., 2003), para o girassol

(MALDANER et al., 2009) e para o Guajurú (CUNHA et al., 2010), não obtiveram resultados satisfatórios nas pesquisas quando utilizaram o produto C*L da folha. Isso leva a crer, que dentre outras culturas o desenvolvimento e o formato das folhas podem explicar os baixos ajustes em relação ao produto do C*L da folha do que aquelas geradas com apenas uma das dimensões lineares.

É evidente, que mesmo com algumas dispersões dos dados em relação à curva, sugere-se, que as equações representam excelentes ajustes para estimativa da área foliar. Além de apresentar as seguintes vantagens em relação ao medidor de área foliar tipo esteira (AFLi-Cor): menor custo econômico (aquisição e manutenção do aparelho) na obtenção dos resultados, praticidade e por não ser um método destrutivo.

4. CONCLUSÕES

A área foliar da pornunça determinada pelo medidor de área foliar tipo esteira modelo Li-Cor 3100 é cerca de 10 % inferior em comparação ao método direto;

A diferença entre estes métodos aumenta à medida que as dimensões das folhas diminuem;

A estimativa da área foliar a partir das dimensões morfológicas se aproxima mais da área foliar real quando se usa o produto da largura pelo comprimento da folha, independente do seu tamanho;

O modelo que melhor se ajusta para a estimativa da área foliar foi do tipo potencial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, E.B.; NÖRNBERG, J.L.; KESSLER, J.D. et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.1902-1908, 2006.

BIANCO, S.; PITELLI, R.A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa da área foliar de plantas daninhas. 2. *Wissadula subpeltata* (Kuntze) Fries. **Planta Daninha**, v. 6, n. 1, p. 21-24, 1983.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.666-669, outubro/dezembro 2003.

CAETANO, L.C.S. **Sistema de condução, nutrição mineral e adubação da figueira “Roxo de Valinhos” na Região Norte Fluminense**. 2004. 106f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Norte Fluminense, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campo dos Goytacazes, 2004.

COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; VASCONCELOS, M.R.B. et al. Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida ‘Tahiti’ usando métodos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 163-167, 2005.

CUNHA, J.L.X.L.; NASCIMENTO, P.G.M.L.; MESQUITA, H.C. et al. Comparação de métodos de área foliar em *Chrysobalanus icaco*. L. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06, n 03 p. 22 – 27, julho/setembro 2010.

LI-COR. **LI 3100 area meter instruction manual**. Lincoln: LI-COR, 1996. 34p.

LIMA, C.J.G.S.; OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA, M.K.T. et al. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.120-127, janeiro/março de 2008.

MALDANER, I.C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L.H. et al. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**. Santa Maria-RS v.39, n.5, p.1356-1361. 2009.

MARSHALL, J. K. Methods of leaf area measurement of large and small leaf samples. **Photosynthetica**, v. 2, n. 1, p. 41-47, 1968.

MONTEIRO, J.E.B.A.; SENTELHAS, P.C.; CHIAVEGATO, E.J. et al. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.1, p. 15-24, 2005.

PINTO, M.S.C.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E. et al. Modelo para estimativa da área foliar da maniçoba. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.4, p.391-395, Outubro.-Dezembro, 2007.

QUEIROGA, J.L.; ROMANO, E.D.U.; SOUZA, J.R.P. et al. Estimativa da área foliar do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 64-68, março 2003.

SGARBI JÚNIOR, I. **Método não destrutivo para estimativa de área foliar sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) a partir de dimensões lineares**. 1962. 65f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1982.

SILVA, A.R.; LEITE, M.T.; FERREIRA, M.C. Estimativa da área foliar e capacidade de retenção de calda fitossanitária em cafeeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 66-73, Julho/Setembro. 2008.