



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO E TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO PINHÃO MANSO SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
FOSFATADA**

CRIS LAINY MACIEL SANTOS

**CAMPINA GRANDE – PB
FEVEREIRO – 2016**

CRIS LAINY MACIEL SANTOS

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO PINHÃO MANSO SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
FOSFATADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES: PROF^a. DR^a. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA
PROF. DR. CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO

CAMPINA GRANDE-PB
FEVEREIRO – 2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

CRIS LAINY MACIEL SANTOS

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO PINHÃO MANSO SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
FOSFATADA**

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima
Orientadora (UAEG/UFPG)

Prof. Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo
Co - Orientador (UAEG/UFPG)

Dr^a. Rosiane de Lourdes Silva de Lima
Examinadora (PNPD/UFPG)

Dr^a Leda Veronica Benevides Dantas Silva
Examinadora (CTRN/UFPG)

CAMPINA GRANDE-PB

FEVEREIRO – 2016

Dedico

Ao meu pai Manoel Pedro dos Santos Filho, pela dedicação e empenho a me proporcionar todas as oportunidades de estudo que estavam a seu alcance e até as que não estavam, trabalhando e se arriscando por toda sua vida, para que fosse o que sou hoje.

A minha Barbie ... minha genitora, Mônica Maciel Santos, pelo amor imensurável e acolhimento em todas as horas sem nunca cogitar.

Ao meu eterno bebê, Pâmella Samara Maciel Santos, essa vitória é nossa irmã!

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao eterno, Por me conceder saúde, força e sabedoria pra que eu não desistisse frente às dificuldades e aos dias de cansaço, renovando minhas esperanças e me dando a certeza de que o meu está guardado. Baruch Hashem!

À Universidade Federal de Campina Grande e a Coordenação de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade da realização deste curso, em especial aos secretários Isaias, Gilson e Dona Cida por ajudarem com tanto carinho e responsabilidade, pelos conselhos e por torcerem e vibrarem a cada conquista.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima que está comigo desde o início da graduação, pela disposição, ensinamento, dedicação, paciência, amizade, por suas palavras tão carinhosas de incentivo, que me serviram de alavanque em muitos momentos difíceis e pela orientação durante todos esses anos.

Ao Co-orientador, professor Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo, pela sua colaboração e palavras de incentivo durante a construção deste trabalho.

A Rosiane de Lourdes Silva de Lima, pela ajuda e ensinamento e por ter confiado em mim.

A amiga Leda Veronica Benevides Dantas Silva pela total paciência, gentileza e carinho ao me instruir nas análises estatísticas a qualquer dia ou hora e por sua amizade que quero levar pela vida toda.

A André, Raul, Thalís, Kleber, Mauricio, Chrislanne, Jessica, Silvanete e Viviane pela ajuda, amizade e auxílio neste trabalho.

E a uma pessoa muito especial que entrou na minha vida para deixa-la mais leve e feliz, Dyego Porto.

Benção da sabedoria:

“Tu dotas o homem com sabedoria e instruis aos mortais a compreensão; concede-nos o Teu dom da inteligência, da compreensão e da sabedoria. Bendito sejas Tu, Eterno, Dotador da sabedoria”.

**Rezas Judaicas
(SIDUR COMPLETO, 1997).**

.....				
1.				32
INTRODUÇÃO.....				
...				
2.	MATERIAL		E	33
MÉTODOS.....				
3.	RESULTADOS		E	33
DISCUSSÃO.....				
3.1.	Altura	de	planta	33
1				
3.2.	Diâmetro		caulinar	36
1				
3.3.	Número	de	ramos	40
1				
3.4.	Número	de	folhas	44
1				
3.5.	30%	Área	foliar	47
1				
4.				50
CONCLUSÕES.....				
.....				
5.		REFERÊNCIAS		50
BIBLIOGRAFICAS.....				

CAPÍTULO III - PRODUÇÃO DE PINHÃO - MANSO FERTILIZADO COM DIFERENTE DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA

RESUMO.....				
56				
ABSTRACT.....				57
.....				
1.				58
INTRODUÇÃO.....				
.....				
2.	MATERIAL		E	59
MÉTODOS.....				
3.	RESULTADOS		E	61
DISCUSSÃO.....				
4.				69
CONCLUSÕES.....				
.....				
5.		REFERÊNCIAS		69
BIBLIOGRAFICAS.....				

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características químicas do solo utilizado no experimento, Campina Grande, PB, 2013.....	20
Tabela 2.	Doses de esterco bovino e superfosfato simples, utilizados na adubação de pinhão-manso. Campina Grande, 2015.....	21
Tabela 3.	Características químicas do esterco bovino, utilizado no experimento, Campina Grande, 2013.....	21

CAPÍTULO II

Tabela 1.	Resumo da análise de variância da altura de planta ⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.....	34
Tabela 2.	Resumo da análise de variância do diâmetro caulinar ⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.....	37
Tabela 3.	Resumo da análise de variância do número de ramos planta ⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.....	41
Tabela 4.	Resumo da análise de variância do número de folhas planta ⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.....	45
Tabela 5.	Resumo da análise de variância da 30% área foliar planta ⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.....	48

CAPÍTULO III

Tabela 1.	Resumos das análises de variância dos dados de produção: número de cachos planta ⁻¹ (CP ⁻¹), produção planta ⁻¹ (PP ⁻¹), florescimento (F), maturação dos frutos planta ⁻¹ (MFP ⁻¹), número de frutos cacho ⁻¹ (FC ⁻¹), número de frutos planta ⁻¹ (FP ⁻¹), número de sementes planta ⁻¹ (SP ⁻¹) e peso de sementes planta ⁻¹ (PSP ⁻¹) de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e fósforo. Campina	62
------------------	---	-----------

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I**Pág.**

- Figura 1.** Precipitações pluviométricas registradas no período de abril de 2014 a agosto de 2015, Campina Grande - PB. Fonte: AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba)..... **22**
- Figura 2.** Plantas após a poda e detalhes do coletor de drenagem..... **25**

CAPÍTULO II**Pág**

- Figura 1.** Efeito das doses de esterco bovino sob a altura de planta⁻¹ aos 120 (A), 150 (B), 180 (C), 210 (D) e 240 (E) DAP pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015..... **36**
- Figura 2.** Efeito das doses de esterco bovino sob o diâmetro caulinar⁻¹ aos 90 (A), 120 (B) 150 (C), 180 (D), 210 (E) e 240 (F) DAP de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015..... **39**
- Figura 3.** Efeito das doses de esterco bovino sob o número de ramos planta⁻¹ aos 90 (A), 120 (B), 150 (C), 180 (D), 210 (E) e 240 (F) DAP de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015..... **43**
- Figura 4.** Efeito das doses de esterco bovino sob o número de folhas planta⁻¹ aos 90 (A), 150 (B), 180 (C), 210 (D) e 240 (E) DAP de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015..... **46**
- Figura 5.** Efeito das doses de esterco bovino sob a 30% área foliar planta⁻¹ aos 90 (A), 120 (B), 150 (C) e 180 (D), 210 (E) e 2140 (F) DAP de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015..... **49**

CAPÍTULO III**Pág.**

- Figura 1.** Inflorescências e cacho de frutos identificados..... **59**
- Figura 2.** Início do ciclo produtivo (fevereiro de 2015)..... **60**
- Figura 3.** Final do ciclo produtivo (agosto de 2015)..... **61**
- Figura 4.** Efeito das doses de esterco bovino sob o número de cachos planta⁻¹

(A), produção planta⁻¹ (B), florescimento (C), número de frutos planta⁻¹ (D), número de sementes planta⁻¹ (E) e peso de sementes planta⁻¹ (F) de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015..... **63**

Figura 5. Efeito das doses de superfosfato simples sob a produção planta⁻¹ (A), número de sementes planta⁻¹ (B) e peso de sementes planta⁻¹ (PSP⁻¹) de pinhão-manso. Campina Grande–PB, 2015..... **66**

Figura 6. Efeito das doses de esterco bovino em função das doses de superfosfato simples para as variáveis maturação dos frutos planta⁻¹ (A) e número de frutos cacho⁻¹ (B) de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015..... **68**

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PINHÃO MANSO SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA

RESUMO: Conduziu-se experimento em vasos, ao ar livre, em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, objetivando testar diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples, sob o crescimento e produção de plantas de pinhão-manso, após a primeira poda. Os tratamentos resultaram da combinação fatorial de 4 doses de esterco bovino, correspondentes a 0; 4; 6 e 8 t ha⁻¹ e 4 doses de superfosfato simples, correspondentes a 0; 90; 135; 180 kg ha⁻¹. As plantas de pinhão-manso foram irrigadas, em turno de rega de 3 dias, utilizando água pluvial no período chuvoso e na estiagem, água do sistema de abastecimento público, da cidade de Campina Grande (PB). Noventa dias após a poda, foram mensuradas as variáveis de crescimento: Altura de planta⁻¹, Diâmetro caulinar⁻¹, Número de ramos planta⁻¹, Número de folhas planta⁻¹ e 30% Área foliar planta⁻¹. As doses de superfosfato simples não influenciaram o crescimento de pinhão-manso, enquanto as doses na faixa de 5,20 e 8 t ha⁻¹ de esterco bovino, promoveram o crescimento das plantas avaliadas. No que diz respeito às adubações conjuntas, 180 kg de superfosfato simples ha⁻¹ com 8 t de esterco bovino ha⁻¹, causaram maior número de ramos planta⁻¹, 135 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 8 t de esterco bovino ha⁻¹, ocasionaram o maior diâmetro caulinar⁻¹ e a variável altura de planta⁻¹ não respondeu satisfatoriamente às adubações combinadas. No entanto, os melhores resultados encontrados neste experimento, sob o número de ramos planta⁻¹, diâmetro caulinar⁻¹ e altura de planta⁻¹, foram observados ao utilizar apenas a adubação com esterco bovino. Sobre as variáveis de produção, as doses de esterco bovino influenciaram o número de cachos

planta⁻¹, produção planta⁻¹, florescimento, número de frutos planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹ e peso de sementes planta⁻¹ de plantas de pinhão-manso. Em relação à adubação fosfatada, os níveis testados influenciaram positivamente e linear a produção planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹ e o peso de sementes planta⁻¹, porém as adubações associadas não promoveram bons resultados a variável maturação dos frutos e para o número de frutos cacho⁻¹, obteve-se o maior valor na ausência do superfosfato simples e a dose de 6,71 kg de esterco bovino ha⁻¹.

Palavras-Chave: Superfosfato simples, esterco bovino.

GROWTH AND PRODUCTION OF JATROPHA UNDER ORGANIC FERTILIZER AND PHOSPHATE

ABSTRACT: It was conducted experiment in pots outdoors in a randomized block design with four replications, in order to test different doses of cattle manure and superphosphate, under the growth and production of jatropha plants after the first pruning. Treatments consisted of a factorial combination of 4 levels of cattle manure, corresponding to 0; 4; 6; 08 t ha⁻¹ and 4 doses of superphosphate, corresponding to 0; 90; 135; 180 kg ha⁻¹. The jatropha plants were irrigated in 3 day irrigation schedule using rainwater in the rainy season and the dry season, the public supply system water, the city of Campina Grande (PB). Ninety days after pruning, the growth variables were measured: plant⁻¹ height, stem⁻¹ diameter, number of branches plant⁻¹, number of plant⁻¹ leaves and 30% leaf plant⁻¹ area. The superphosphate doses did not affect jatropha growth, while doses in the range of 5.20 to 8 t ha⁻¹ of manure, promoted the growth of plants evaluated. With regard to joint fertilization, 180 kg superphosphate simple ha⁻¹ with 8 tons of cattle manure ha⁻¹ caused more branches plant⁻¹, 135 kg of superphosphate ha⁻¹ and 8 t of cattle manure ha⁻¹, caused the largest stem diameter⁻¹ and plant⁻¹ height variable did not respond satisfactorily to the combined fertilization. However, the best results of this work, under the number of branches plant⁻¹, stem diameter⁻¹ and plant⁻¹ height, were observed to use only the fertilization with manure. On production variables, the dose of manure influenced the number of bunches plant⁻¹, production planta⁻¹, flowering, number of fruit plant⁻¹, number of seed plant⁻¹ and weight seed plant⁻¹ jatropha plant. With regard to fertilization, the levels tested positively influenced and linear production planta⁻¹, number of seeds

plant⁻¹ and weight seed plant⁻¹, but the associated fertilizations did not promote good results the variable maturation of fruits and for the number of fruits bunch⁻¹, obtained the highest value in the absence of superphosphate and the dose of 6.71 kg ha⁻¹ cattle manure

Keywords: Superphosphate, cattle manure.

CAPÍTULO I

**INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA E PROCEDIMENTOS
METODOLÓGICO**

1. INTRODUÇÃO

A maior parte da energia utilizada no mundo provém do petróleo, carvão e gás natural. Diante do crescente desenvolvimento industrial em todo mundo, a demanda por essas matrizes energéticas se intensificam linearmente, porém, a utilização do petróleo e seus derivados, apresentam limitações por serem esgotáveis, fontes de poluição e segundo Saldanha (2011), causadores de extensos acidentes com prejuízos difíceis de mensurar, como o derramamento de petróleo no mar, prejudicando a qualidade de vida dos seres vivos.

O Brasil possui muitas espécies vegetais oleaginosas, que podem vir a produzir biocombustíveis, entre elas o pinhão- manso que, segundo Freiburger et al. (2014), é nativo da América tropical. A semente, rica em óleo inodoro, pode ser utilizada para fins carburantes e segundo Saturnino et al. (2005), queima sem emitir fumaça, tendo sido investigada como fonte alternativa na substituição do petróleo (BANGZEN & ZENGFU, 2011; BELLO & AGGE, 2012; LOPES & STEIDLE NETO, 2011; LAVIOLA et al., 2012; RAJA et al., 2011).

No Brasil, estima-se 50.000 ha plantados com o pinhão-manso, sendo que 30 mil ha estão entre os pequenos e médios produtores e o restante na agricultura familiar (DURÃES et al., 2009). A possibilidade de uso do óleo de pinhão-manso abriu novas e amplas perspectivas, para o aumento das áreas de plantio com esta espécie (VERAS et al. 2011). Seu cultivo gera renda através da venda do óleo das sementes para fins combustíveis, ou uso em motores e máquinas para a geração de eletricidade, garantindo a fixação do homem no campo e segurança alimentar, pois permite o uso de culturas anuais alimentícias em consórcio (FRIGO et al., 2011).

De acordo com Durães & Laviola (2010), o uso de biodieséis traz benefícios incontestáveis à sociedade brasileira, tanto do ponto de vista ambiental como financeiro, ao aumentar a competitividade das cadeias agroenergéticas, visto que a necessidade de uso de energias alternativas vem aumentando em escala mundial. Mas, apesar dos diversos estudos com o pinhão-manso, ainda existe carência de informações consistentes, como o conhecimento sobre as necessidades de adubação da planta (FREIBERGER et al., 2013; GUSMÃO, 2010; LAVIOLA & DIAS, 2008).

Em meio a relevância desta temática, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes níveis de adubação com esterco bovino e fertilizante fosfatado sob o crescimento, desenvolvimento e produção de plantas de pinhão- manso irrigado, em seu segundo ciclo, cultivado em vasos.

A dissertação consta de três capítulos, que estão apresentados resumidamente a seguir:

Capítulo I: No primeiro instante, há uma breve introdução sobre os problemas ocasionados pelo uso do petróleo e seus derivados e a busca por alternativas e fontes renováveis de energia, como o uso de biodieseis a partir de óleos vegetais. O segundo tópico discutido no capítulo, trata-se da revisão bibliográfica sobre a oleaginosa pinhão- manso, a utilização do biodiesel e a importância das adubações com matéria orgânica, fonte de nitrogênio e fertilizantes fosfatados e no terceiro e quarto itens, estão expostos os procedimentos metodológicos comuns aos assuntos apresentados no capítulo II e III e as referências bibliográficas.

Capítulo II: Neste capítulo observa-se o resumo do trabalho sobre o crescimento das plantas de pinhão- manso, submetidas a distintas doses de esterco bovino e superfosfato simples, logo após encontram-se os itens material e métodos, resultados e discussão e por fim as referências bibliográficas.

Capítulo III: O último capítulo da dissertação refere-se ao comportamento de oito variáveis de produção de pinhão- manso, sob as mesmas condições de adubação descritas no capítulo II, seguido do material e métodos (específico para este estudo), resultados e discussão e finalizando com as referências bibliográficas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Espécie *Jatropha curcas* L.

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), espécie perene e monóica, é uma oleaginosa pertencente à família das Euforbiáceas (TOMINAGA et al., 2007), rústica e adaptável a condições edafoclimáticas variáveis, com sua distribuição geográfica indo desde os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás, a alguns estados da região Nordeste (SEVERINO et al., 2007).

As sementes de pinhão-manso são ricas em óleo e pode constituir de potencial matéria-prima para a síntese de biodiesel (DRUMOND et al., 2010; SATURNINO et al., 2005). Viscoso e não comestível, o óleo é rico em ácidos gordurosos semelhantes aos comestíveis (KOCHHAR et al., 2005; QUEIROZ, 2012).

Planta arbórea, cuja altura é de aproximadamente 2 a 3 metros, o diâmetro caulinar de plantas de pinhão-manso pode chegar a cerca de 20 cm e de acordo com Cortesão (1956) e Brasil (1985), em

condições especiais, a altura pode alcançar cinco metros ou mais; as raízes são curtas e sem muitas ramificações.

O caule de pinhão-mansão é liso, de lenho pouco resistente, floema com longos canais chegando até as raízes, onde se localiza o látex, suco leitoso, bastante caústico, que escorre com abundância mesmo em pequenos ferimentos. O tronco é dividido desde a base em compridos ramos, com várias cicatrizes, provenientes da queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (ARRUDA et al., 2004; BRASIL, 1985; CORTESÃO, 1956; DUKE, 1983; HELLER, 1996).

Segundo Castro Neto (2007), o pinhão-mansão é uma planta caducifolia, as folhas caem em parte ou totalmente quando termina a estação chuvosa ou durante o período frio, ocasionando o repouso da planta, permanecendo com poucas folhas até o começo da primavera ou da estação chuvosa. De acordo com Tominaga et al. (2007), as folhas são alternadas e de pecíolo longo, lembrando o formato de coração. Com forma próxima a de palma, largas, bem alternas e pecioladas, as folhas de pinhão manso são de coloração verde brilhante, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior (ARRUDA et al., 2004; BRASIL, 1985; CORTESÃO, 1956; DUKE, 1983).

As inflorescências são em forma de panícula cimeira, definidas com flores pequenas na cor amarelo-esverdeado, em um mesmo ramo podem ocorrer flores masculinas, femininas e hermafroditas, possuem também uma floração descontínua, com frutos da mesma inflorescência de idades diferentes (TOMINAGA et al., 2007). A abertura das flores femininas na mesma inflorescência ocorre em dias diferentes e da flor ao fruto maduro, são decorridos cerca de 60 dias (DIAS et al., 2007).

Os frutos de pinhão-mansão são ovóides e capsulares, com três sementes escuras e lisas (trilocular) em cada cavidade, dentro das quais se encontra a amêndoa branca, rica em óleo. Inicialmente os frutos são verdes, passando a amarelo, castanho, até a cor totalmente escura. A semente é relativamente grande, quando secas medem de 1,5 a 2 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura, com tegumento rijo, quebradiço de fratura resinosa (ARRUDA et al., 2004; COELHO et al., 2005; DUKE, 1983; HELLER, 1996).

2.2. O Biodiesel

O biodiesel é um biocombustível produzido a partir de óleos provenientes de fontes limpas e renováveis, como sementes de plantas ou gorduras animais. É um avanço tecnológico considerado muito importante pelo menor custo em relação à produção, gerando emprego para pequenos

agricultores e suas famílias (ETANOL, 2010) e por atender às necessidades ecológicas e econômicas, de substituir os combustíveis fósseis por biocombustíveis, frente a preocupação com o efeito estufa, aquecimento global e com a limitação das reservas finitas do petróleo (ARRUDA et al., 2004; FREITAS, 2011; SATURNINO et al., 2005).

Todos os óleos vegetais (da categoria dos óleos fixos ou triglicerídeos) podem ser transformados em biodiesel (RAMOS et al. 2003), são biodegradáveis, não tóxicos e essencialmente livres de compostos sulfurados e aromáticos (KNOTHE et al., 2007). Podem ser empregados como matéria-prima a soja, dendê, algodão, girassol, amendoim, mamona, babaçu, canola, maracujá, abacate, linhaça, tomate, pinhão-manso, dentre muitos outros vegetais, tendo como fontes, sementes, amêndoas ou polpas (FAGUNDES et al., 2005; QUEIROZ, 2012).

Nos últimos 250 anos, a concentração do gás estufa - CO₂ atmosférico - aumentou 31%, atingindo o nível mais alto dos últimos 20 milhões de anos (WDI, 2013). Além de colaborar com a redução dos gases de efeito estufa ao utilizar seu óleo para queima, o pinhão-manso tem capacidade de seqüestrar carbono, no terceiro ano de cultivo de pinhão-manso pode chegar próximo a 4,182 t C ha⁻¹ (TORRES et al., 2011).

No entanto, como a espécie está em fase de domesticação no Brasil e uma vez que surge como novidade e possível alternativa para produção de biodiesel, surgem também muitas informações não confiáveis e até errôneas sobre o seu cultivo (SATURNINO et al., 2005), devido o pouco conhecimento sobre a espécie (FREIBERGER et al., 2013; GUSMÃO, 2010; LAVIOLA & DIAS, 2008).

Segundo Queiroz (2012), o pinhão-manso se desenvolve em áreas de solos com deficiência em fertilidade, climas quentes e em áreas de baixas e irregulares precipitações pluviométricas, sendo opção de produção agrícola, que acarretaria benefícios sociais e econômicos às regiões como o nordeste do Brasil. Apesar disso, para atender as produções de óleo biodiesel em larga escala, requer uma forte integração de esforços, em que a adubação e a irrigação são algumas das condições essenciais para a obtenção de produções mais elevadas.

Desta forma, o pinhão-manso deve ser cultivado em solos com boa fertilidade, corrigidos, com bom teor de umidade e boas condições físicas, (LAVIOLA & DIAS, 2008; TOMINAGA et al., 2007). Beltrão et al. (2009), afirmam que apesar da planta apresentar certa tolerância ao déficit hídrico, nessas condições a produção é muito baixa, uma vez que a produção é variável e depende da região de plantio, método de cultivo e tratos culturais, idade da cultura, bem como da quantidade de chuva e da fertilidade do solo (ARRUDA et al., 2004).

Com disponibilidade de água e nutrientes, a produtividade média de plantas de pinhão-manso pode chegar a 5 t ha⁻¹ (ARRUDA et al., 2004; SATURNINO, et al., 2005; TEIXEIRA, 2005), com

teor de óleo nas sementes variando entre 20 a 50% (TEIXEIRA, 2005). Ocorrendo deficiência de nutrientes, o pinhão-mansão cresce e ramifica menos, implicando em menor quantidade de frutos, uma vez que o crescimento, florescimento e a reprodução são influenciados pelo estágio nutricional da planta (SANTOS et al., 2007).

2.3. Adubação com esterco bovino e fósforo

O pinhão manso contém óleo e proteínas nas sementes, demandando quantidades elevadas de nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (SAVY FILHO, 2005), para a produção de boas sementes e rentabilidade (OLIVEIRA et al., 2010). Dentre as estratégias para melhorar a fertilidade do solo, a matéria orgânica é bastante utilizada na agricultura. Gerados na própria unidade rural, ou nas proximidades, os resíduos orgânicos utilizados como condicionador do solo, é uma prática muito comum na condução de lavouras de pequenos agricultores.

Em solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica tem grande importância no fornecimento de nutrientes às culturas, retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração e atividade microbiana, sendo um dos componentes fundamentais, relacionada à capacidade produtiva dos solos (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

Os fertilizantes orgânicos são compostos por derivados ou subprodutos agropecuários. São os esterco animais, farinha de ossos, bem como elementos vegetais em decomposição e se caracterizam por liberar gradualmente os nutrientes presentes nesses resíduos. São de ação mais lenta e melhoram a estrutura do solo deixando mais poroso, beneficiando a oxigenação das raízes (MATTER, 2010), além de garantir a manutenção de atividades biológicas adequadas ao meio de cultivo (LIMA et al., 2011).

O nitrogênio, por exemplo, pode ser encontrado em esterco (aves, gado, curral, etc) e também na torta de mamona (MATTER, 2010). Nutriente mais exigido pelas culturas e requerido em maior quantidade principalmente na fase ativa de crescimento (LIMA, 2013; RAIJ, 1991; SILVA & SILVA, 1995), o consumo mundial de nitrogênio pelas plantas, supera o fósforo (P_2O_5) e o potássio (K_2O) e tende a crescer sempre que a agricultura se intensifica e as produtividades aumentam. A utilização da dose correta de nitrogênio aumenta o crescimento das plantas, com a grande produção de folhas grossas, que apresentam cor verde-escura pela abundância de clorofila (SILVA & SILVA, 1995).

O nutriente nitrogênio está relacionado aos mais importantes processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, como a fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividades das raízes,

absorção iônica de outros nutrientes, diferenciação celular e genética e conseqüentemente o crescimento. Todas essas funções primordiais ao bom desenvolvimento das plantas são atribuídas ao nitrogênio, pois este elemento faz parte da constituição de aminoácidos, proteínas, enzimas, DNA, RNA (purinas e pirimidinas), clorofila, coenzimas, colina, ácido indolilacético (MALAVOLTA, 2008).

Assim, a deficiência de N resulta em clorose gradual das folhas mais velhas e redução do crescimento da planta (SOUZA & FERNANDES, 2006), refletindo efeitos negativos como o amadurecimento precoce, perda de produtividade e qualidade dos frutos (MALAVOLTA et al., 2002; SANTOS et al., 2004).

Avaliando os efeitos da adubação com esterco bovino no crescimento inicial de plantas de pinhão-manso, Alves et al. (2010) constataram que a aplicação de composto orgânico como fertilizante, resultaram em maior altura de planta⁻¹, diâmetro caulinar⁻¹, número de folhas planta⁻¹ e área foliar planta⁻¹. De forma similar, Lima et al. (2010) verificaram que a aplicação isolada de matéria orgânica na forma de esterco bovino favoreceu o crescimento do pinhão-manso, embora seu uso associado com fertilizante mineral (P e K) proporcione resultados ainda mais satisfatórios.

De acordo com Sop et al. (2011), em regime de sequeiro, a aplicação de 500 g cova⁻¹ de esterco bovino, é uma excelente recomendação de adubação para o pinhão-manso. Já Hussein et al. (2012), recomendam a dose de 5 kg planta⁻¹ de esterco bovino, para a obtenção de plantas de pinhão-manso vigorosas e produtivas. Para Fernandes et al. (2013), o uso de 12 kg cova⁻¹ de esterco bovino, garante uma boa produção de pinhão-manso e em ensaios conduzidos em vasos, Schulz et al. (2012) recomendam a dose de 200 L m⁻³ de esterco bovino, para o pleno crescimento de pinhão-manso, mas, segundo Possas et al. (2014), a dosagem que garante um melhor crescimento e desenvolvimento inicial desta oleaginosa é a partir de 6 t ha⁻¹, estando associada a irrigação.

O nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), são os três elementos geralmente usados em maior escala na adubação de culturas, no entanto, ao analisar os tecidos vegetais das plantas fertilizadas, muitas vezes é verificado que a quantidade de fósforo é muito menor que as de nitrogênio e de potássio, mas, mesmo assim quando se recomenda adubação desses 3 elementos, a proporção de fósforo é muito próximas àquelas de N e K. Enquanto o N e o K dos fertilizantes permanecem (em um período relativamente longo) no solo sendo assimilados pelas raízes, com o P não ocorre o mesmo, pois reage com o solo sendo convertido a formas de difícil absorção pelas plantas (MACHADO, 2010).

Além dos solos brasileiros apresentarem baixo teor natural de P, este nutriente é rapidamente fixado pela fração argila, constituída, principalmente, por óxidos de ferro e alumínio (NOVAIS & SMYTH, 1999) e por isso, as plantas requerem um suprimento constante de fosfato durante todo o

seu ciclo de vida. No início do desenvolvimento das plantas, as quantidades exigidas são pequenas aumentando com o tempo. Na época da frutificação as necessidades são atendidas, em parte, pelas mobilizações das reservas da própria cultura. As plantas absorvem o P da solução do solo nas formas de íons H_2PO_4^- e HPO_4^- . Após a absorção, o P permanece na forma de fosfato (MACHADO, 2010)

Segundo Lima et al. (2014), o fósforo é considerado um mineral essencial por participar diretamente da formação do sistema radicular da planta, floração e enchimento de grãos, bem como produção de óleo. Desempenha papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese; é componente estrutural dos ácidos nucleicos de cromossomos, coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (MACHADO, 2010). Laviola & Dias (2008) afirmam que o fósforo é muito limitante principalmente da inicialização do crescimento da planta.

A deficiência de fósforo pode reduzir a respiração e a fotossíntese e se a respiração reduzir mais que a fotossíntese, os carboidratos se acumulam deixando as folhas com coloração verde-escuro (HOPPO et al., 1999). De modo geral, os sintomas visuais nas plantas típicos de deficiência de P no solo são: plantas pouco desenvolvidas, abortamento das flores, maturação tardia dos frutos e folhas de cor verde-escuro e muitas verde-arroxeadas (RAMOS, 2006; SOUZA, 1999).

Entre os nutrientes utilizados na adubação de plantas oleaginosas, o fósforo destaca-se como um dos elementos mais estudados, no intuito de verificar os problemas vinculados à baixa eficiência de absorção do nutriente por essas culturas ricas em óleos em suas sementes (LAVRES JUNIOR et al., 2009), pois o fósforo é essencial ao crescimento da planta, que consome grande quantidade de energia para garantir o armazenamento de óleo nas sementes (FERREIRA et al., 2005).

Além disso, as recomendações de adubação são escassas no que diz respeito à necessidade do pinhão-mansão em diferentes condições edafoclimáticas (FREIBERGER et al., 2013; GUSMÃO, 2010; LAVIOLA & DIAS, 2008), necessitando desenvolver cada vez mais a sua tecnologia de produção agrícola, para obtenção de grandes quantidades de óleo de boa qualidade, visando altos rendimentos (UNGARO et al., 2007) e assim motivar os agricultores a cultivarem a espécie.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa engloba dois assuntos distintos e encontra-se nos capítulos II e III. O capítulo II refere-se ao estudo sobre o crescimento das plantas de pinhão-mansão fertilizadas com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples, enquanto que no capítulo III está exposto o comportamento de variáveis de produção sob as mesmas condições de adubação. Para cada trabalho houve procedimentos metodológicos específicos, necessários para o andamento dos estudos e serão

discutidos em seus respectivos capítulos. No entanto, informações e ações comuns às duas pesquisas serão descritas a seguir:

3.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido a céu aberto, em área pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande-PB com a seguinte coordenada geográfica: 07°15'18'' latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. O clima da região conforme a classificação climática de Köppen é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, sub úmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno. Os dados de precipitação total da cidade de Campina Grande, (PB), durante o período de estudo, encontram-se na Figura 1. .

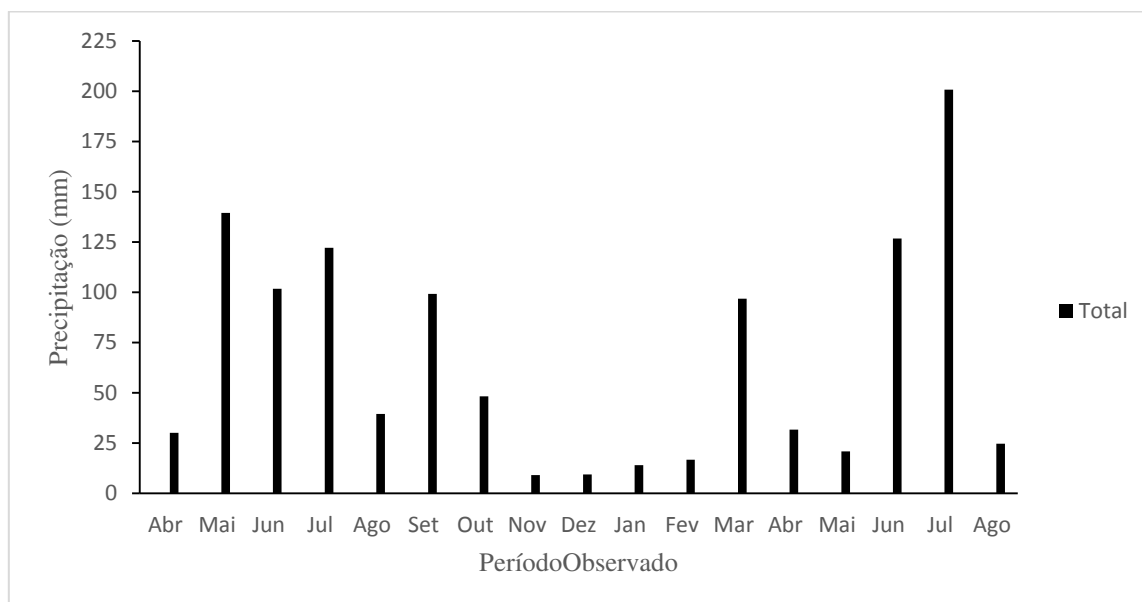


Figura 1. Precipitações pluviométricas registradas no período de abril de 2014 a agosto de 2015, Campina Grande-PB. **Fonte:** AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba), 2015.

3.2. Produção de mudas de pinhão-manso (primeiro ciclo produtivo)

No primeiro ciclo do pinhão manso, foram produzidas 100 mudas na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a partir de sementes do campo experimental da Embrapa da cidade de Patos, na Paraíba. As mudas foram produzidas em tubetes de polietileno com capacidade para 288

dm⁻³ de substrato, preenchidos com substrato comercial Plantmax e para garantir a germinação das plântulas, as aplicações de água foram feitas diariamente, mantendo-as em capacidade de campo.

Após a emergência, as mudas foram irrigadas conforme a necessidade hídrica e as condições climáticas do ambiente. As unidades experimentais foram selecionadas conforme a homogeneidade das plantas entre si. Trinta dias após a emergência das mudas, foi realizado o transplântio para vasos definitivos com capacidade de 200 L (D = 0,58m e H = 0,75m), instalado em sua base o sistema de drenagem, composto por tela, 5 L de brita, 5 L de areia e 2 orifícios em lados oposto do vaso, conectados a dois recipientes coletores externos de 2 L.

3.3. Solo utilizado

Para o enchimento dos vasos, utilizou-se solo proveniente do Distrito de São José da Mata, da cidade de Campina Grande, PB, classificado como Neossolo Quartzarênico Eutrófico, de textura franco-arenosa. Coletou-se uma amostra de solo seco ao ar, a 0-30 cm de profundidade. O solo foi analisado quimicamente pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade – LIS da UFCG e de acordo com os resultados expostos na Tabela 1, não foi observado inconformidade na acidez do solo nem presença de sais e sódio.

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado no experimento, Campina Grande, PB, 2013

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	(H+Al)	T	V	Al ³⁺	P	M.O
1:2,5	Complexo Sortivo (mmol _c .dm ⁻³)							%	mmol _c .dm ⁻³	mg.dm ⁻³	gkg ⁻¹
6,3	5,8	3,3	3,8	1,8	14,7	14,0	31,4	20	2,0	15,4	11,7

S – Soma de bases; T – Capacidade de troca catiônica; V – Saturação de bases; M.O – Matéria orgânica

3.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4 x 4, sendo os fatores 4 doses de esterco bovino correspondentes a 0, 4, 6 e 8 t ha⁻¹ e 4 doses de superfosfato simples correspondentes a 0, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹. Na Tabela 2, estão expostas as quantidades de esterco bovino e superfosfato simples colocados em cada tratamento vaso⁻¹.

Tabela 2. Doses de esterco bovino e superfosfato simples, utilizados na adubação de pinhão-mansão. Campina Grande, 2015.

Tratamento	Qtde de E.B vaso ⁻¹ (g)	Qtde de S.S vaso ⁻¹ (g)
1	0	0
2	0	2,4
3	0	3,6
4	0	4,8
5	300	0
6	300	2,4
7	300	3,6
8	300	4,8
9	450	0
10	450	2,4
11	450	3,6
12	450	4,8
13	600	0
14	600	2,4
15	600	3,6
16	600	4,8

E.B – esterco bovino, S.S – superfosfato simples

3.5. Preparo dos tratamentos

Para o transplântio das mudas de pinhão-mansão para os vasos definitivos, aos 60 dias antes do transplântio, o solo com as adubações foram preparados: inicialmente os vasos foram preenchidos com 50% de seu volume total com solo e a outra metade colocou-se a mistura de solo, esterco bovino e superfosfato simples, conforme os tratamentos pré-estabelecidos. Aos 30 dias após a emergência das plântulas, as mesmas foram colocadas nos vasos. O esterco bovino curtido, utilizado no primeiro e segundo ciclo do pinhão-mansão, foi proveniente do município de Lagoa Seca, PB e analisado pelo LIS da UFCG (Tabela 3).

Tabela 3. Características químicas do esterco bovino curtido, utilizado no experimento, Campina Grande, PB, 2013.

Composição do esterco bovino (g.kg ⁻¹)					
N	P	K	Ca	Mg	S
10,2	2,0	12,4	6,6	4,2	2,5

O fertilizante fosfatado utilizado nos dois ciclos produtivos do pinhão-mansão foi na forma de superfosfato simples. No primeiro ano, as plantas de pinhão-mansão foram submetidas a adubação

anual e no segundo ciclo as aplicações foram a cada 5 meses. Para a aplicação dos fertilizantes, o esterco bovino foi misturado ao solo e o superfosfato simples foi aplicado no sulco com aproximadamente 20 cm de profundidade, aberto próximo ao caule do pinhão-manso, em volta da projeção da copa da planta. As adubações foram realizadas nos dias de irrigação das plantas para facilitar o manejo do solo.

3.6. Tratos culturais

Após 455 dias após o transplântio das mudas de pinhão-manso para os vasos definitivos, foi realizada, em seu segundo ciclo produtivo, a poda dos ramos, ficando as plantas com 50 cm de altura. A prática da poda foi no intuito de aumentar o número de ramos, as brotações, as inflorescências, os frutos e conseqüentemente, elevar a produção da planta (ABDELGADIR, et al., 2008; OLIVEIRA & BELTRÃO, 2010; SILVA et al., 2011; SARAIVA et al., 2013). Aos 30 dias após a poda (DAP), as plantas foram adubadas com as diferentes doses de esterco bovino e P_2O , e após 5 meses, a segunda adubação foi realizada. Realizaram-se o controle manual de plantas daninhas e o manejo de pragas e doenças mediante aplicação de defensivos agrícolas visando permitir o crescimento e desenvolvimento adequados das plantas de pinhão manso.



Figura 2. Plantas após a poda e detalhe do coletor de drenagem

3.7. Determinação das lâminas e controle da irrigação

A aplicação de água nas plantas de pinhão manso foi realizada em turno de rega de três dias, manualmente, com auxílios de baldes, béqueres e provetas de plástico graduados, com capacidade

para 10 L, 1 L e 100 ml, respectivamente. Durante os períodos chuvosos utilizou-se água pluvial, captada através de calhas dos prédios da UFCG próximos a área em estudo, conectadas a uma caixa d'água localizada entorno das unidades experimentais.

Passada a época chuvosa, foi utilizada a água do sistema de abastecimento público da cidade de Campina Grande, PB, avaliada a cada 15 dias para observação de sua condutividade elétrica, não se tendo observado excesso de sais. O cálculo da quantidade de água requerida pelo pinhão-mansão durante o período de avaliação foi realizado por meio do balanço hídrico definido pela diferença entre o volume de água aplicada (L) e o volume drenado (L).

3.8. Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2011). Foram estimados os pontos de máximo e/ou mínimo das equações de regressão através da derivada de “Y” em relação à “X”.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) como alternativa para o semi-árido Nordeste. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas. Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799. 2004.
- ABDELGADIR, H.A.; JOHNSON, S.D.; VAN STADEN, J. Approaches to improve seed production of *Jatropha curcas L.* South African Journal of Botany, v.74, p.359, 2008.
- ALVES, G. S.; BELTRÃO, N. E. M.; BRITO NETO, J. F.; SAMPAIO, L. R.; MARÇAL, J. A.; AMORIM, M. L. C. M.; SILVA, F. V. F. Efeito da adubação orgânica sobre o crescimento inicial do pinhão-mansão (*Jatropha curcas L.*) In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA E I SIMPOSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGETICAS, João Pessoa- PB. Anais.... João Pessoa, 2010.(CD-ROM).
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais. Brasília: STI/CIT, 1985. 364p. (Documentos, 16).
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.9-26.

BANGZHEN, P.; ZENGFU, X. Benzyladenine treatment significantly increases the seed yield of the biofuel plant *Jathropa curcas*. Journal of Plant Growth Regulation, v.30, p.166-174, 2011.

BELLO, E. I.; AGGE, M. Biodiesel production from ground nut oil. Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences, v.3, n.2, p. 276-280, 2012.

CORTESÃO, M. Culturas tropicais: plantas oleaginosas. Lisboa: Clássica, 1956. 231p

COELHO FILHO, M. A.; ANGELOCCI, L. R.; VASCONCELOS, M. R. B.; COELHO, E. F. Estimativa da área foliar de plantas de lima acida ‘tahiti’ usando métodos não-destrutivos. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP, v. 27, p. 163-167, 2005.

CASTRO NETO, M.; Pinhão manso: características botânicas (2007). Disponível em <<http://brasilbio.blogspot.com/2007/11/caracteristicas-botanicas.html>> Acesso em: 11/11/2009.

DUKE, J. A. Handbook of energy crops. 1983. Disponível em: <http://C:\WINDOWS\TEMP\purdue_university.htm>. Acesso em: 16 dez. 2012.

DIAS, L.A.S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B.G.; PALLINI, A. Cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.): para produção de óleo combustível. Viçosa – MG, 2007. 40p.

DURAES, F.O.M.; LAVIOLA, B.G.; MIKE LU. Pinhão Manso: oleaginosa potencial para biodiesel. I Congresso Brasileiro de Pesquisa do Pinhao Manso- CBPPM. Edição Especial Embrapa Agroenergia. 2009.

DURÃES, F.; LAVIOLA, B. Pinhão Manso: Matéria-prima potencial para produção de biodiesel no Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br>>. Acesso em: 5 fev. 2012.

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônomico de genótipos de pinhão manso no semiárido pernambucano. Ciência Rural, v.40, p.44-47, 2010.

ETANOL: o combustível que você pode plantar. Local: Managementv, 24 de jul. 2010.

FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. DE M.; KONIG, A. Efeitos da aplicação de água residuária e nitrogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo. Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas, v. 9, p. 893-902, 2005.

FRIGO, M. S.; FRIGO, L. P.; BUENO, O. C.; ESPERANCINI, M. S. T.; KLAR, A. E. Custos energéticos do agroecossistema pinhão-manso e milho: comparativo entre o sistema de condução sequeiro e o irrigado. Revista Energia na Agricultura, v. 26, n.2, p.87-102, 2011.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. Fenologia e produção do pinhão-manso cultivado com diferentes fontes de adubação. Revista Ciência Agronômica, v. 44, n. 2, p.339-346, 2013.

FAGUNDES, F. P.; BEZERRA, J. P.; GARCIA, M. A.; MEDEIROS, A. C. R.; BORGES, M. R.; GARCIA, R. B.; COSTA, M. Avaliação das propriedades do óleo de mamona na produção de

biocombustível. In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2005, Salvador. Anais eletrônicos Disponível em: http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0617_05.pdf. Acesso em: 16 Dez. 2014.

FREITAS, R.C. Biodiesel mais verde. Revista Biodieselbr. Ano 4. No22, pag, 50-53.abr/mai 2011.

FREIBERGER, M. B.; GUERRINI, I. A.; CASTOLDI.; GUSTAVO. Nutrição e adubação NPK para a cultura do pinhão manso no Brasil. Scientia Agraria Paranaensis - SAP Mal. Cdo. Rondon, v. 12, n. 3, p.157-166, 2013.

FREIBERGER, M, B.; GUERRINI, I, A.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L, G. Adubação fosfatada no crescimento e na nutrição de mudas de pinhão-manso. Revista Brasileira de Ciência no Solo, v.38, p.232-239, 2014.

GUSMÃO, C.A. G. Desempenho do pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) de segundo ano submetido a diferentes dose de NPK. 2010. 81p. (Dissertação de mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros- UNIMONTES.

HELLER, J. Physic nut (*Jathropha curcas L.*). Promiting the conservation and use of underutilized and neglected crops1. IBPGR 161. Roma, IBPGR, 1996. 66p

HOPPO, S. D.; ELLIOT, D. E.; REUTER, D. J. Plant tests for diagnosing phosphorus deficiency in barley (*hordeum vulgare l.*). Australian Journal of experimental agriculture, v.39, p.857-872, 1999.

HUSSEIN, M. M.; THALLOOTH, A. T.; TAWFIK, M.M.; MIRVAT; GOBARAH.; MOHAMED, M. H. Impact of mineral and organic fertilizer on vegetative growth of *Jatropha curcas L* in sandy soil.Elixir Appl. Botany, v. 49, p.9714-9717, 2012.

KOCHHAR, S.; KOCHHAR, V. K.; SINGH, S. P.; KATIYAR, R. S.; PUSHPANGADAN, P. Differential rooting and sprouting behaviour of two *Jatropha* species and associated physiological and biochemical changes. Current Science, v. 89, n. 6, p.936-939, 2005.

KNOTHE, G. et al. Manual de biodiesel. 1. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.

LAVRES JUNIOR, J.; NOGUEIRA, T. A. R.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Deficiências de macronutrientes no crescimento e na produção da mamoneira cultivar íris. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 4, p. 405 - 413, 2009.

LIMA. R. de L. S.; SAMPAIO. L. R.; FREIRE. M. A. de O.; JÚNIOR. G. S. C.; SOFIATTI. V. ARRIEL. N. H. C. BELTRÃO. N. E.de M. Crescimento de Plantas de Pinhão Manso em Função da Adubação Orgânica e Mineral. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010.528p.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; CAZETTA, J. O.; AZEVEDO, C. A. V.; SOFIATTI, V.; ARRIEL, N. H. C. Posição da folha e estágio fenológico do ramo para análise foliar do pinhão-manso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.1068-1072, 2011.

LOPES, D. C.; STEIDLE NETO, A. J. Potential crops for biodiesel production in Brazil: A review. *Word Journal of Agricultural Sciences*, v.7, n.2, p. 206-217, 2011.

LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; GURGEL, F. L.; ROSADO, T. B.; COSTA, R. D., BARROS, R. R. Estimate of genetic parameters and predicted gains with early selection of physic nut families. *Ciência e Agrotecnologia*, v.36, n.2, p.163-170, 2012.

LIMA, G. S. Cultivo da mamoneira sob irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio. 128p.(Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

LIMA, R. DE L. S. DE.; SOFIATTI, V.; AZEVEDO, C. A. V. DE; CAZETTA, J. O.; CARVALHO JÚNIOR, G. S.; ARRIEL, N. H. C. Curvas de acúmulo de nutrientes em frutos e exportação pela colheita de sementes e cascas de pinhão-manso. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3003-3014, nov./dez. 2014.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARE, J. C. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais. Piracicaba: Internacional Plant Nutrition Institute, Boletim, n 121. Março, 2008.10p.

MACHADO, L. de O. Apostila Adubação Fosfatada, 2010.

MATTER, G. Jardinagem. Disponível em: <http://www.paisagismobrasil.com.br>. Acesso em: 02 abr. 2010.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OLIVEIRA, J. P. M.; SCIVITTARO, W. B.; CASTILHOS, R. M. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I. Adubação fosfatada para cultivares de mamoneira no Rio Grande do Sul. *Revista Ciência Rural*, v. 40, p. 1835-1839, 2010.

OLIVEIRA, S.J.C.; BELTRÃO, N.E. de M. Crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas*) em função da poda e da adubação química. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.14, p.9-17, 2010.

POSSAS, J. M. C.; LIMA, R. DE L. S. DE.; NASCIMENTO, R. DO.; AZEVEDO, C. A. V. DE.; SILVA, A. R. da. Índice Spad e inflorescência em plantas de pinhão manso submetidos à adubação orgânica e fosfatada. *Revista Educação Agrícola Superior*. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS – v.29, n.1, p.37-40, 2014.

QUEIROZ, M. F. Produção de espécies de *Jatropha* irrigadas com águas salinizadas. 200p. (Tese de Doutorado) Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/ Potafos, 343 p.1991.

RAMOS, L. P.; KUCEK, K. T.; DOMINGOS, A. K.; WILHELM, H. M. Biodiesel, um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, v.31, n.1, p.28-37, 2003.

RAMOS, M.J.M.; Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar imperial. Campos dos Goytacazes - RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2006. 109p. Tese de Doutorado.

RAJA, S. A.; SMART, D, S, R.; LEE, C, L, R. Biodiesel production from *Jatropha* oil and its characterization. Research Journal of Chemical Sciences, v.1, n.1, 2011.

SILVA, F. de S.; SILVA, F. P. de C. Adubação foliar, Conquista da Química Agrícola. (Boletim da CAOB N° 2, 3 e 4. 1995.

SOUZA, L. F. DA S. Exigências edáficas e nutricionais. in: o abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia. Eds Cunha, G. A. P. da, Cabral, J. R. S., Souza, L. F. da S. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, 1999.

SANTOS, A. C. M. et al. Deficiência de nitrogênio na mamoneira (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande, PB. Anais... Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2004. CD-ROM.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L). Informe Agropecuário, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SATURNINO, H. M. et al. Implantação de unidades de validação de tecnologia pinhão-manso. Nova Porteirinha, 2006. 5 p. Projeto de Pesquisa, Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Nova Porteirinha, 2005.

SAVY FILHO, A. Mamona: Tecnologia agrícola. Campinas: Emopi, 2005, 105 p.

SOUZA, S. R.; FERNADES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Org.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

SEVERINO, L. S; VALE, L. S; BELTRÃO, N. E. M. Método para medição da área foliar do pinhão manso. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas. Campina Grande, PB, v.14, n. 1, p.73-77. 2007.

SANTOS, S.; FERREIRA JÚNIOR, E.J.; PIRES, B.; NETTO, A.P.C. Efeito de diferentes adubações no desenvolvimento inicial de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL. Anais..., Lavras, MG. p.547-554, 2007.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; BELTRÃO, N. E. M. Formação do sistema radicular de plantas de pinhão-mansão propagadas por mudas, estacas e sementes. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007, (Comunicado Técnico, 348).

SOP, T. K.; KAGAMBÉGA, F. W.; BELLEFONTAINE, R.; SCHMIEDEL, V.; THIOMBIANO, A. Effects of organic amendment on early growth performance of *Jatropha Curcas* L. on a severely degraded site in the suc-sahel of Burkina faso. *Agroforestry System*, v.86, p.387-399, 2011.

SALDANHA, N. Alternativa para o meio ambiente. *Biodiesel br.* Ano 4. No 21. Fev/mar. Pag 42-45. 2011.

SILVA, J. C.; COSTA, R. D.; COSTA, J. Z.; TRENHAGO, E. D.; OLIVEIRA, F. S.; MARANA, J.; LAVIOLA, B. G. Poda de manutenção em pinhão-mansão. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa de Pinhão-mansão. Anais..., Brasília, CD Rom. 2011.

SCHULZ, D. G.; FEY, R.; RUPPENTHAL, V.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Crescimento inicial de pinhão manso em função de fontes e doses de adubos orgânicos. *Ciência Agrotecnologia*, v.36, n.6, p.615-623, 2012.

SARAIVA, A. de S.; DORNELAS, D. F.; DORNELAS, B. F. M.; GONÇALVES, R. C.; ERASMO, E. A. L.; SARMENTO, R. de. A.; NUNES, T. V. Growth and production of physic nut (*Jatropha curcas* L.) under phosphorus levels applied to the base. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. v. 4, N.3: pp. 240-248, Aug. 2013.

TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K.; SOUSA, L.A.S.; RESENDE, P.L.; SILVA, N.D. Cultivo do pinhão manso para produção de biodiesel. Viçosa - MG, Centro de produções técnicas - cpt, 2007. 220p.

TORRES, C. M. M. E. et al. Biomass and carbon stock in *Jatropha curcas* L. *Cerne*, Lavras, v. 17, n. 3, p. 353-359, 2011.

UNGARO, M. R. G.; MORAIS, L. K.; REGITANO NETO, A.; GODOY, I. J. Espaçamento e poda na cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L). In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel - "Biodiesel: Combustível Ecológico", 4, 2007, Varginha-MG. Anais...Varginha, CD Rom.

VERAS, R. P.; LAIME, E. M. O.; FERNANDES, P. D.; SOARES, F. A. L.; FREIRE, E. A. Altura de planta, diâmetro caulinar e produção do pinhão-mansão irrigado sob diferentes níveis de salinidade. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, v.15, n.6, p. 582-587, 2011.

WORLD DEVELOPMENT INDICATORS (WDI). USF Oceanography web page, Disponível em: , 2004. Acesso em: 4 abr. 2013.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO DE PINHÃO - MANSO APÓS A PRIMIERA PODA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO DE PINHÃO - MANSO APÓS A PRIMEIRA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA

RESUMO: O pinhão-mansó (*Jathopa curcas* L.) é uma espécie perene que para produzir satisfatoriamente demanda quantidades expressivas de nutrientes, porém há pouca informação científica para embasar a adubação adequada. Conduziu-se experimento em vasos, ao ar livre, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, objetivando testar diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples, sob o crescimento de pinhão-mansó, após a primeira poda das plantas. Os tratamentos resultaram da combinação fatorial 4 x 4, sendo os fatores constituídos por 4 doses de esterco bovino, correspondentes a 0; 4; 6 e 8 t ha⁻¹ e 4 doses de superfosfato simples, correspondentes a 0; 90; 135; 180 kg ha⁻¹. As plantas de pinhão-mansó foram irrigadas obedecendo ao balanço hídrico, em turno de rega de 3 dias e utilizando água de chuva no período chuvoso e na estiagem, água do sistema de abastecimento público da cidade de Campina Grande (PB). Após 455 dias após o transplântio das mudas de pinhão-mansó para os vasos definitivos, foi realizada no segundo ciclo produtivo, a poda dos ramos, ficando as plantas com 50 cm de altura. Noventa dias após a poda, foram mensuradas as variáveis de crescimento: Altura de planta⁻¹, Diâmetro caulinar⁻¹, Número de ramos planta⁻¹, Número de folhas planta⁻¹ e 30% Área foliar planta⁻¹. De acordo com os resultados, as aplicações na faixa de 5,20 e 8 t ha⁻¹ de esterco bovino influenciaram o crescimento de pinhão-mansó, no segundo ano de cultivo. As doses de superfosfato simples propostas nesta pesquisa não influenciaram as variáveis avaliadas. No que diz respeito às adubações conjuntas, 180 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 8 t de esterco bovino ha⁻¹, causaram maior número de ramos planta⁻¹, 135 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 8 t de esterco bovino ha⁻¹ promoveram o maior diâmetro caulinar⁻¹ e a variável altura de planta⁻¹ não respondeu satisfatoriamente às adubações combinadas, porém, os melhores resultados encontrados nesta pesquisa, sobre o número de ramos planta⁻¹, diâmetro caulinar⁻¹ e altura de planta⁻¹ foram observados ao utilizar apenas a adubação isolada com esterco bovino.

Palavras-Chave: *Jatropha curcas* L, superfosfato simples, esterco bovino

GROWTH OF JATROPHA AFTER THE FIRST PRUNING UNDER ORGANIC FERTILIZER AND PHOSPHATE

ABSTRACT: The jatropha (*Jathopa curcas L.*) is a perennial species to produce satisfactorily demand significant amounts of nutrients, but there is little scientific information to support proper fertilization. Experiment was conducted in pots outdoors in a randomized block design with four replications, in order to test different doses of cattle manure and superphosphate under growing jatropha, after the first pruning of plants. Treatments consisted of a factorial combination 4 x 4, and the factors consist of 4 doses of cattle manure, corresponding to 0; 4; 6; 8 t ha⁻¹ and 4 doses of superphosphate, corresponding to 0; 90; 135; 180 kg ha⁻¹. The jatropha plants were irrigated obeying the water balance in 3 days irrigation interval and using rainwater in the rainy season and the dry season, water from the public supply system in the city of Campina Grande (PB). After 455 days after planting of jatropha seedlings to the final vessel, it was held in the second production cycle, pruning the branches, leaving the plants with 50 cm. Ninety days after pruning, the growth variables were measured: plant⁻¹ height, stem diameter⁻¹, number of branches plant⁻¹, number of plant⁻¹ leaves and 30% leaf plant⁻¹ area. According to the results, the applications in the range of 5.20 to 8 t ha⁻¹ of manure influenced jatropha growth in the second year of cultivation. The doses of superphosphate proposed in this research did not influence the evaluated variables. With regard to joint fertilization 180 kg of superphosphate ha⁻¹ and 8 t cattle manure ha⁻¹ caused greater number of branches plant⁻¹, 135 kg of superphosphate simple ha⁻¹ and 8 t cattle manure ha⁻¹ promoted greater stem diameter⁻¹ and plant⁻¹ height variable did not respond satisfactorily to the combined fertilization, however, the best results found in this study, on the number of branches plant⁻¹, stem diameter⁻¹ and plant⁻¹ height were observed by using only isolated fertilization with manure.

Keywords: *Jatropha curcas L.*, superphosphate, cattle manure

1. INTRODUÇÃO

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, como gorduras animais e óleos vegetais. Dezenas de espécies vegetais oleaginosas estão sendo pesquisadas a fim de utilizá-las na produção de biocombustíveis, dentre elas o pinhão-mansão (*Jatropha curcas L.*). Apesar do interesse pela seleção e o aprimoramento de variedades mais produtivas e economicamente viáveis, para atender as exigências do mercado quanto à produção e qualidade de óleo, o pinhão-mansão também necessita de estudos voltados a sua exploração racional como a adubação adequada.

O nitrogênio é um dos principais macronutrientes responsáveis pelo crescimento das plantas, porque participa do metabolismo e é constituinte de ácidos nucleicos, aminoácidos, proteínas, moléculas de clorofila, enzimas, RNA, DNA, ATP e outras moléculas (FLORES et al., 2002; SILVA et al., 2010), sendo essencial na formação de novos órgãos (MALAVOLTA et al., 1997), como as folhas (SILVA et al., 2010).

No que diz respeito ao fósforo, este nutriente desempenha papel importante no metabolismo das plantas. Assim como o nitrogênio, ele participa na transferência de energia da célula, na respiração, fixação do CO₂ e na fotossíntese, além de ser componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes, cromossomos, coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídios (ARGENTA et al., 2001; ARAÚJO & MACHADO, 2006; MALAVOLTA, 2008), relacionado-se ao crescimento efetivo das plantas.

Diversas recomendações de adubação fosfatada têm sido citadas na literatura nacional, neste sentido, Carvalho et al. (2013) recomendam o uso de 50 kg ha⁻¹ de P para garantir o bom desenvolvimento das plantas no primeiro ano de cultivo, irrigadas e nas condições predominantes do Brasil. Para a adubação em fundação na região do agreste paraibano Brito et al. (2013) recomendam aplicar 54 g cova⁻¹ de P nas plantas do pinhão manso cultivadas em regime de sequeiro, já em condições de vaso, em solo franco-arenoso e na mesma região, Freire et al. (2011) constataram que a dose de 70 kg ha⁻¹ de P promoveu melhoria no crescimento vegetativo desta oleaginosa.

Pesquisa com o pinhão-mansão no Brasil ainda são incipientes, principalmente no que diz respeito às adubações adequadas (FREIBERGER et al., 2013; GUSMÃO, 2010; LAVIOLA & DIAS, 2008), pois ainda não se dispõe de dados consistentes, visto que os resultados ainda não obtiveram uma conclusão comum, necessitando de mais estudos para a obtenção de resultados com maior confiabilidade. Frente a esta temática, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes doses de adubações com esterco bovino e superfosfato simples sob o crescimento de pinhão-mansão em seu segundo ciclo, submetidas à poda e irrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo refere-se às análises das variáveis de crescimento Altura de planta⁻¹, Diâmetro caulinar¹, Número de ramos planta⁻¹, Número de folhas planta⁻¹, _{30%} Área foliar planta⁻¹. 30 dias após a poda, as plantas foram submetidas às doses de 0; 4; 6 e 8 t ha⁻¹ de esterco bovino e 4 doses de superfosfato simples correspondentes a 0; 90; 135; 180 kg ha⁻¹. A partir dos 60 dias após a adubação (DAA) e 90 dias após a poda (DAP), as variáveis de crescimento foram mensuradas de setembro de 2014 a fevereiro de 2015, em intervalos regulares de trinta dias. As plantas de pinhão-manso foram irrigadas, obedecendo ao balanço hídrico, definido pela diferença entre o volume de água aplicada (L) e o volume drenado (L), em turno de rega de 3 dias, utilizando água de chuva no período chuvoso e na estiagem água de abastecimento público da cidade de Campina Grande (PB).

A altura de planta⁻¹ foi definida considerando o ramo principal e medindo do colo da planta até a extremidade do broto terminal, do ramo mais alto, com o auxílio de um trena (cm); o diâmetro caulinar⁻¹ foi medido a 5 cm da superfície do solo, utilizando um paquímetro digital; todos os ramos das plantas foram contabilizados, não distinguindo os vegetativos dos frutíferos; na contagem de folhas, utilizando um contador digital, foram consideradas todas as folhas totalmente expandidas e com comprimento igual ou superior a 5 cm; para calcular a área foliar, mediu-se o comprimento da nervura principal de 30% das folhas, com tamanho superior a 5 centímetros, com o auxílio de uma régua (cm), a partir dessa informação foi estimada a _{30%} área foliar planta⁻¹ utilizando a Equação: $AF = 0,89P^2$, proposta por Severino et al. (2006), onde: AF = Área foliar (cm²) e P = Comprimento da nervura principal (cm).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Altura de planta⁻¹

A altura de planta⁻¹ de pinhão-manso foi significativamente influenciada pelas diferentes doses de esterco bovino (Tabela 1), ao nível de 5% de probabilidade, com efeitos significativos a partir dos 150 dias após a poda (DAP) e nas demais avaliações observou-se significância a 1% de probabilidade. Esta influência deve-se possivelmente, ao fato de que o esterco bovino apresenta considerável concentração de nutrientes (Tabela 3 do capítulo I) e a partir de sua decomposição, os nutrientes foram liberados gradualmente para as plantas (MATTER, 2010; MALAVOLTA & MORAES, 2007; SEVERINO et al., 2007).

Tabela 1. Resumo da análise de variância da altura de planta⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-mansão, adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.

Quadrados médios							
Altura de planta ⁻¹ - Pós poda							
Fonte de variação	GL	90 DAP	120 DAP	150 DAP	180 DAP	210 DAP	240 DAP
Tratamento	15	3,096 ^{ns}	31,943*	115,800 ^{ns}	264,163**	285,757**	245,149*
Esterco bovino (E.B)	3	1,021 ^{ns}	29,139 ^{ns}	259,525*	1130,771**	883,807**	680,016**
Superfosfato simples (S.S)	3	4,604 ^{ns}	15,181 ^{ns}	40,566 ^{ns}	50,521 ^{ns}	58,682 ^{ns}	79,932 ^{ns}
(E.B) * (S.S)	9	3,285 ^{ns}	38,466*	92,969 ^{ns}	46,507 ^{ns}	162,099 ^{ns}	155,266 ^{ns}
Resíduo	48	3,427	16,134	72,280	77,885	88,880	124,828
Regressão Linear	1	2,813 ^{ns}	6,470 ^{ns}	192,976*	2020,050**	835,278**	983,503**
Regressão Quadrática	1	0,250 ^{ns}	30,941 ^{ns}	358,629*	1056,250**	1590,016**	922,641*
Desvio de Regressão	1	0,000**	50,007 ^{ns}	226,969 ^{ns}	316,013*	226,128 ^{ns}	133,903 ^{ns}
CV %	-	3,61	7,42	13,17	11,00	9,53	10,34

** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; DAP - dias após a poda.

A ausência de influências significativas, das adubações com esterco bovino sobre a variável altura de planta⁻¹, nos períodos de 90 e 120 DAP, pode ser devido a poda das plantas que ocasiona a redução da dominância apical e melhora a redistribuição de seiva, favorecendo a brotação das gemas de ramos laterais (SOUZA, 2005) e o surgimento de novas folhas, ao invés do crescimento em altura.

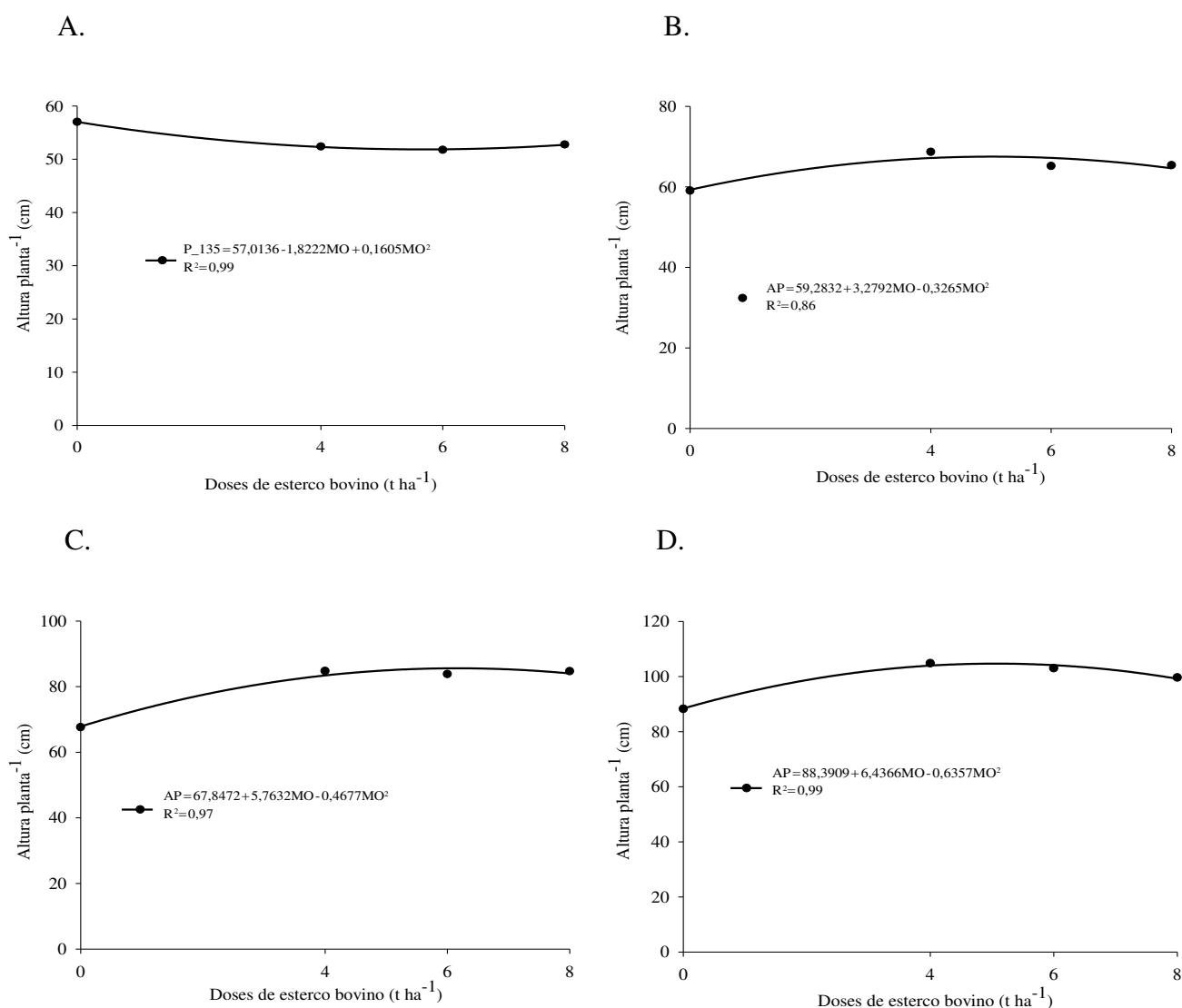
Quanto às doses de adubação fosfatada, constatou-se que não ocorreram efeitos isolados do fertilizante sobre a altura das plantas de pinhão-mansão, em nenhuma das épocas de avaliação. Por outro lado, aos 120 DAP observou-se efeito significativo a nível de 5% de probabilidade da interação entre esterco bovino e o superfosfato simples.

Possivelmente, este período de tempo (120 DAP) tenha sido necessário para que os fertilizantes adicionados na adubação tenham reagido com o solo, no qual possibilitou as plantas de pinhão-mansão absorverem quantidades suficientes dos nutrientes, propiciando condições adequadas para o pleno crescimento em altura, visto que os nutrientes só estão disponíveis às plantas, após a conversão em formas assimiláveis (HAVLIN et al., 2013). Entretanto, após esta época (120 DAP), observou-se ausência de efeitos significativos na interação entre a adubação fosfatada e esterco bovino, pois o superfosfato simples pode ter sido absorvido pelo pinhão-mansão, que segundo Pereira et al. (2011) e Laviola & Dias (2008), possui alta demanda por nitrogênio e fósforo.

Resultados semelhantes foram verificados por Firmino et al. (2015), ao avaliarem o crescimento em altura de plantas de pinhão-mansão podadas, dos 126 DAP aos 306 DAP, cultivados em vasos e em resposta à adubação fosfatada (0, 100, 200, 300 e 400 kg de P₂O₅ ha⁻¹). Por ocasião do terceiro ano de produção, os autores observaram a ocorrência de efeito significativo sob a altura de planta, apenas na penúltima avaliação (aos 276 DAP).

Ainda estando em concordância com os resultados obtidos nesta pesquisa, Sousa (2011) não observou efeito significativo, em nenhuma das épocas avaliadas (30, 60 e 90 DAP), das doses de fósforo sob o crescimento em altura do pinhão-manso, irrigado com água residuária, em seu terceiro ciclo de cultivo. De acordo com os autores, uma das possíveis explicações seria o fato da planta exigir maior quantidade de fósforo, na fase inicial de crescimento após a poda das plantas e a baixa mobilidade deste elemento no solo. Ferreira (2011) também observou pouca influência da adubação orgânica (farelo de mamona) e mineral (NPK) sob o crescimento das plantas de pinhão-manso irrigado com efluente doméstico.

Observa-se na Figura 1A, aos 120 DAP, resposta quadrática negativa da altura de planta⁻¹ à dose de 135 kg ha⁻¹ de superfosfato simples associada às doses de esterco bovino. A aplicação de 135 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 5,68 t de esterco bovino ha⁻¹, resulta na altura mínima de planta⁻¹, estimada em 51,84 cm, enquanto que na ausência do esterco bovino a altura foi de 57,01 cm.



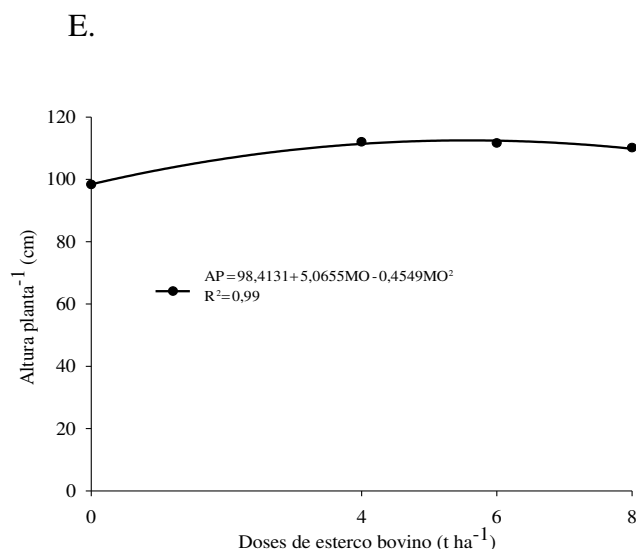


Figura 1. Efeito das doses de esterco bovino sobre a altura de planta⁻¹ aos 120 (A), 150 (B), 180 (C), 210 (D) e 240 (E) DAP de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015.

Observando os efeitos da adubação isolada de esterco bovino aos 150 DAP, a altura máxima das plantas de pinhão-manso foi estimada em 67,52 cm, e seria obtida na dose de 5,02 t de esterco bovino ha⁻¹, representando um incremento de 12,20% em relação às plantas que não receberam adubações com esterco bovino, (Figura 1B). De forma similar, aos 180 DAP, a altura máxima de pinhão-manso (85,60 cm) foi estimada para a dose de 6,16 t de esterco bovino ha⁻¹, correspondendo ao aumento de 20,74% em relação à altura das plantas que não receberam adubação orgânica, (Figura 1C).

Avaliando as plantas aos 210 DAP, conforme é mostrado na (Figura 1D), a altura máxima estimada é de 104,68 cm, sendo esta obtida para a dose de 5,06 t de esterco bovino ha⁻¹, ocasionando o incremento de 15,56% em relação à ausência da adubação orgânica. Comportamento semelhante foi observado aos 240 DAP (Figura 1E), quando estimou que a aplicação de 5,57 t de esterco bovino ha⁻¹ conferiria a altura máxima de 112,51 cm às plantas de pinhão-manso, sendo o maior valor alcançado nesse experimento, confrontando o valor de 98,41 cm (12,53%) das plantas que não foram submetidas à adubação com esterco bovino.

Com base nos resultados expostos na Figura 1, o pinhão-manso mostrou comportamento similar em todas as avaliações, indicando tendência de requerimentos nutricionais muito próximos (de 5,02 a 6,1 t ha⁻¹ de esterco bovino), para garantir o crescimento em altura após a poda das plantas.

3.2. Diâmetro caulinar⁻¹

Quanto ao diâmetro caulinar⁻¹, verifica-se na Tabela 2, efeito isolado a nível de 1% de probabilidade, das diferentes doses de adubação orgânica com esterco bovino, sob a variável de crescimento em todos os período avaliados, provavelmente pela mineralização do esterco bovino e liberação dos nutrientes às plantas (MATTER, 2010; MALAVOLTA & MORAES, 2007; SEVERINO et al.,2007). Por outro lado, as doses de adubação com superfosfato simples, as quais as plantas de pinhão-manso foram submetidas, não influenciaram de forma significativa o diâmetro caulinar⁻¹ em nenhuma época observada.

Tabela 2. Resumo da análise de variância do diâmetro caulinar⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de plantas de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.

Quadrados médios							
Diâmetro caulinar ⁻¹ - Pós poda							
Fonte de variação	GL	90 DAP	120 DAP	150 DAP	180 DAP	210 DAP	240 DAP
Tratamento	15	1,280 **	1,725**	1,721**	1,818**	1,776**	1,314**
Esterco bovino (E.B)	3	5,516**	6,853**	6,952**	7,704**	7,706**	5,458**
Superfosfato simples (S.S)	3	0,083 ^{ns}	0,198 ^{ns}	0,211 ^{ns}	0,246 ^{ns}	0,107 ^{ns}	0,020 ^{ns}
(E.B) * (S.S)	9	0,267 ^{ns}	0,524 ^{ns}	0,481*	0,380 ^{ns}	0,356 ^{ns}	0,363 ^{ns}
Resíduo	48	0,020	0,299	0,231	0,228	0,241	0,214
Regressão Linear	1	11,514**	17,908**	17,205**	17,531**	17,531**	12,168**
Regressão Quadrática	1	05,006**	2,600 ^{ns}	3,610*	5,581**	5,581**	4,202**
Desvio de Regressão	1	0,026 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,040 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,004 ^{ns}
CV %	-	6,76	7,54	6,48	6,21	6,20	5,66

** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; DAP - dias após a poda.

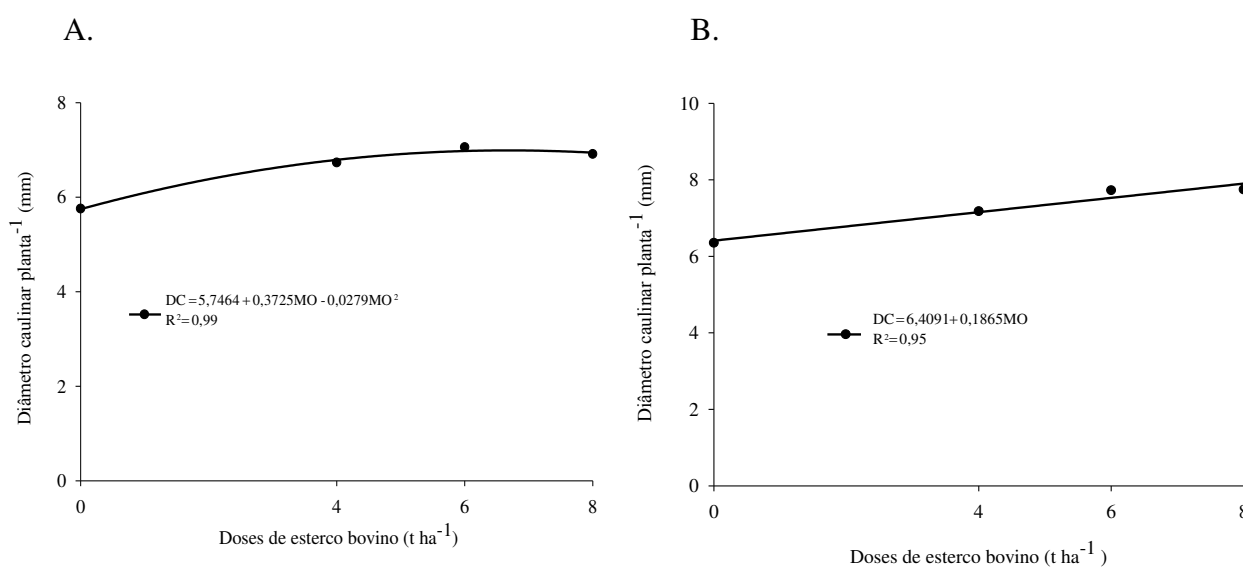
Tal fato pode estar associado à localização do fertilizante superfosfato simples no vaso, onde as plantas estavam sendo cultivadas. Barbosa Filho et al. (2005), afirmam que os fosfatos devem ser aplicados no sulco de plantio, para reduzir o contato do fosfato com as partículas do solo e, conseqüentemente torná-lo mais disponível na zona de crescimento das raízes, desta forma, a prática da adubação à 20 cm da superfície do solo, enquanto as raízes de pinhão-manso estavam ao fundo dos vasos onde se desenvolviam, pode ter dificultado a absorção do nutriente efetivamente e por isso não houve efeitos isolados da adubação com superfosfato simples no crescimento do diâmetro caulinar⁻¹ da planta de pinhão-manso. Aos 150 DAP, houve efeito significativo a nível de 5% de probabilidade da interação entre o esterco bovino e o fósforo, porém após este período de avaliação as diferentes doses de adubação fosfatada deixaram de ser suficientes para interagir com a adubação com esterco bovino sobre o crescimento do diâmetro caulinar⁻¹.

Os resultados desta pesquisa corroboram com os estudos de Firmino et al. (2015), ao avaliar no terceiro ciclo de pinhão-manso, os efeitos da adubação com superfosfato simples (0, 100, 200,

300 e 400 kg de P_2O_5 ha^{-1}), sob o crescimento do diâmetro caulinar⁻¹. Após a poda das plantas cultivadas em vasos, os autores verificaram em todas as épocas avaliadas, dos 126 aos 306 (DAP), houve ocorrência de efeito não significativo, tanto para o fator doses de superfosfato simples, como para o fator interação com as lâminas de irrigação com água residuária.

Entretanto, Xavier et al. (2014) avaliando a mesma variável no primeiro ciclo do pinhão manso, dos 60 DAP até os 330 DAP e em condições idênticas ao experimento de Firmino et al. (2015), constataram efeito significativo das doses de superfosfato simples, apenas aos 195 e 240 DAP. Silva et al. (2015) também observaram que as doses de superfosfato simples (0, 100, 200, 400 e 800 kg ha^{-1} ano⁻¹) em pinhão manso cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura argilosa, no estado de Minas Gerais, não influenciaram a altura e o diâmetro caulinar⁻¹ das plantas, assim como foi observado por Sousa et al. (2011) ao avaliar nos períodos de 30, 60 e 90 DAP, o crescimento do diâmetro caulinar⁻¹ de plantas de pinhão-manso, ao submetê-las à adubação com 135 e 200 g planta⁻¹ ano⁻¹ de superfosfato simples.

Observa-se aos 90 DAP, que o diâmetro caulinar⁻¹ respondeu de forma positiva e quadrática às doses de esterco bovino (Figura 2A). Estimou-se que aplicação 6,68 t de esterco bovino ha^{-1} conferiria às plantas um diâmetro máximo de 6,98 mm, representando incremento na ordem de 17,62% em relação às plantas não adubadas. Aos 120 DAP, (Figura 2B) houve efeito linear positivo das doses de esterco bovino sobre o diâmetro caulinar⁻¹, alcançando 7,90 mm quando se estimou aplicar 8 t ha^{-1} , com acréscimo de 18,86% em relação às plantas não adubadas.



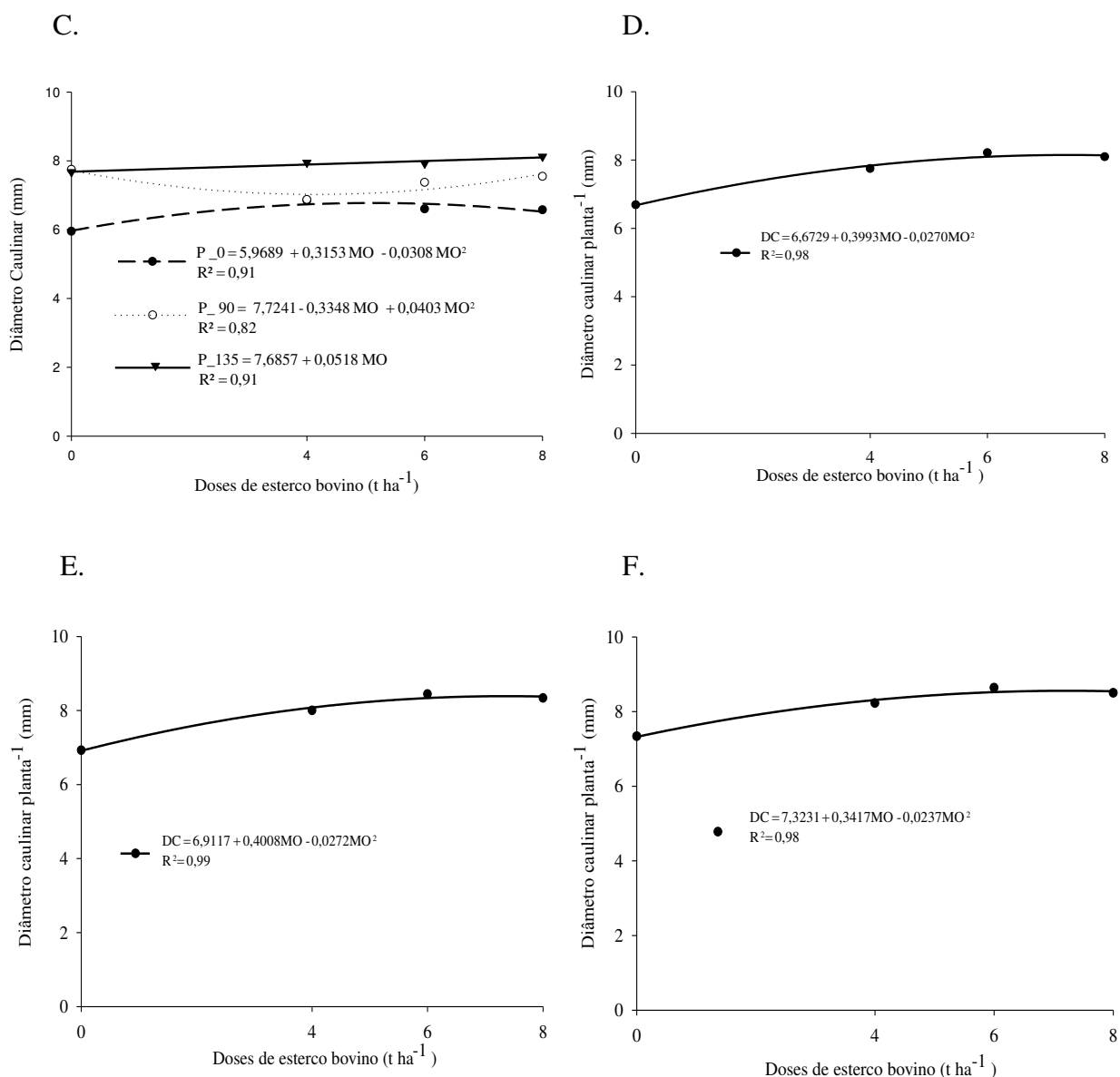


Figura 2. Efeito das doses de esterco bovino sobre o diâmetro caulinar⁻¹ aos 90 (A), 120 (B), 150 (C), 180 (D), 210 (E) e 240 (F) DAP de plantas de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015.

No que diz respeito às adubações associadas, isolando as doses de superfosfato simples e diversificando as doses de esterco bovino, aos 150 DAP, observa-se efeito quadrático entre a ausência do superfosfato simples com as doses de esterco bovino. O diâmetro caulinar⁻¹ máximo, estimado em 6,78 mm com a dose de 5,12 t ha⁻¹ de esterco bovino, representa incremento de 11,95% em relação ao diâmetro caulinar⁻¹ de plantas que não seriam fertilizadas (Figura 2C).

Para a dose de 90 kg de superfosfato simples ha⁻¹, a adubação com diferentes doses de esterco bovino ocasionou efeito quadrático negativo sobre o diâmetro caulinar⁻¹ (Figura 2C). A máxima redução estimada foi de 7,03 mm, constatada quando se associou 90 kg ha⁻¹ de fósforo com 4,15 t ha⁻¹

¹, equivalendo 8,94% a menos, em relação à mesma dose de superfosfato simples, porém na ausência da adubação orgânica, responsáveis pelo diâmetro caulinar de 7,72 mm.

As diferentes doses de esterco bovino, dentro de 135 kg de superfosfato simples ha⁻¹, promoveram o maior diâmetro caulinar⁻¹, em comparação as adubações conjuntas de superfosfato simples e esterco bovino, avaliadas até o presente momento. Estimando a adubação com 135 kg de superfosfato simples ha⁻¹ junto com o aumento progressivo das adubações com esterco bovino, observa-se aumento linear do diâmetro caulinar⁻¹, obtendo o diâmetro máximo estimado de 8,1 mm ao associar a adubação fosfatada com 8 t de esterco bovino ha⁻¹ (Figura 2C).

Aos 180 DAP (Figura 2D), ao estimar a resposta do diâmetro caulinar⁻¹ sob as doses de adubação com esterco bovino, ao aplicar 7,39 t ha⁻¹, o máximo diâmetro estimado foi de 8,15 mm, 18,16% a mais quando comparado ao valor do diâmetro caulinar⁻¹ promovido pela ausência da adubação orgânica. Acompanhando a mesma tendência quadrática positiva, aos 210 DAP a dose estimada de 7,37 t ha⁻¹ de esterco bovino, no ponto máximo do gráfico (Figura 2E), correspondeu a um acréscimo no diâmetro caulinar⁻¹ de 17,64%, em relação ao tratamento que não recebe adubação orgânica. Resultado semelhante foi observado aos 240 DAP (Figura 2F), no qual a dose isolada de esterco bovino foi estimada em 7,21 t ha⁻¹ e consistiria no maior diâmetro caulinar⁻¹ observado durante o experimento - 8,55 mm - enquanto que as plantas que não foram fertilizadas teriam 7,32 mm.

3.3. Números de ramos planta⁻¹

Quanto ao número de ramos planta⁻¹, observa-se influência significativa das diferentes doses de esterco bovino, em todas as épocas avaliadas, a nível de 1% de probabilidade, como está exposto na Tabela 3. Possivelmente, através do processo de mineralização do esterco bovino, os nutrientes retidos nas estruturas orgânicas do adubo foram liberados (MATTER, 2010; MALAVOLTA & MORAES, 2007; SEVERINO et al.,2007) e absorvidos pelas plantas, para promover o crescimento e a formação de novos tecidos de pinhão-manso. As doses de superfosfato simples não promoveram resultados significativos ao número de ramos planta⁻¹. Resultados semelhantes a este trabalho, foram verificados por Saraiva et al. (2013), ao testar doses de P₂O₅ (0, 50, 100, 150 e 200 g cova⁻¹) em plantas de pinhão-manso podadas, não observando diferenças significativas no número de ramos planta⁻¹.

Tabela 3. Resumo da análise de variância do número de ramos planta⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.

Quadrados médios							
Ramos planta ⁻¹ - Pós poda							
Fonte de variação	GL	90 DAP	120 DAP	150 DAP	180 DAP	210 DAP	240 DAP
Tratamento	15	11,682**	15,200**	28,496**	59,550**	94,366**	174,829**
Esterco bovino (E.B)	3	53,224 **	62,292**	109,104**	159,792**	353,807**	771,104**
Superfosfato simples (S.S)	3	0,641 ^{ns}	2,125 ^{ns}	8,521 ^{ns}	31,417 ^{ns}	38,432 ^{ns}	70,396 ^{ns}
(E.B) * (S.S)	9	1,516 ^{ns}	1,528 ^{ns}	8,285 ^{ns}	35,514 *	26,530 ^{ns}	10,882 ^{ns}
Resíduo	48	1,349	2,625	4,250	13,802	25,036	27,563
Regressão Linear	1	95,703**	132,613**	266,450**	437,113**	948,753**	1911,013**
Regressão Quadrática	1	62,016**	68,063**	60,063*	42,250 ^{ns}	102,516 ^{ns}	389,250*
Desvio de Regressão	1	1,953 ^{ns}	7,200 ^{ns}	0,800 ^{ns}	0,013*	10,153 ^{ns}	22,050 ^{ns}
CV %	-	13,68	13,83	11,96	16,77	18,25	15,10

** e * significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; DAP - dias após a poda.

Na avaliação próxima ao período da segunda adubação do ciclo de pinhão-manso, aos 180 DAP, observou-se interação significativa a 5% de probabilidade, entre os fatores quantitativos esterco bovino e superfosfato simples. No entanto a interação não foi significativa nas avaliações seguinte, possivelmente pela baixa disponibilidade do superfosfato simples e a forte tendência em reagir com os colóides do solo, formando composto de baixa solubilidade (MACHADO, 2010).

De acordo com os relatos de Laviola & Dias (2008), o fornecimento de P para o pinhão-manso nos primeiros anos de cultivo, deve ser em quantidades maiores que o acumulado pela planta, visto que mais de 50% do P fornecido nas adubações, são fixados pela fração argila do solo limitando sua disponibilidade para a planta.

Verifica-se, aos 90 e 120 DAP, efeito quadrático das doses de esterco bovino, sob o número de ramos planta⁻¹. Os valores máximos da variável foram estimados em 5,63 e 7,27 ramos planta⁻¹ e seriam obtidos quando a dose de esterco bovino fosse de 6,18 e 6,63 t ha⁻¹, respectivamente, representando 66,96% de diferença, em relação à quantidade de ramos das plantas que não foram fertilizadas com esterco bovino aos 90 DAP e 57,63% aos 120 DAP (Figura 3A e 3 B).

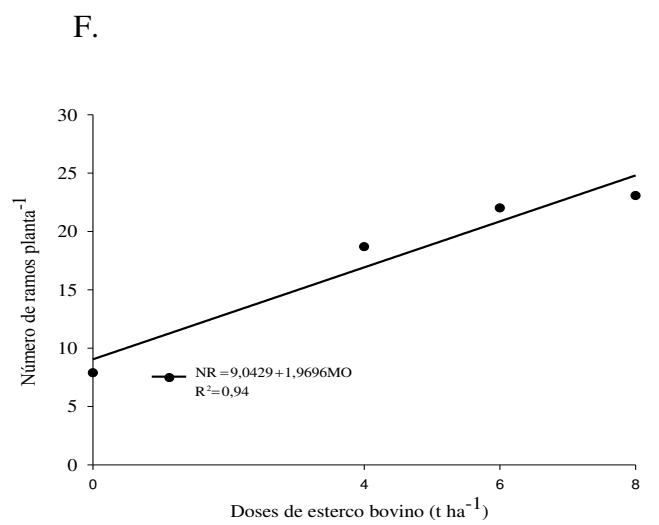
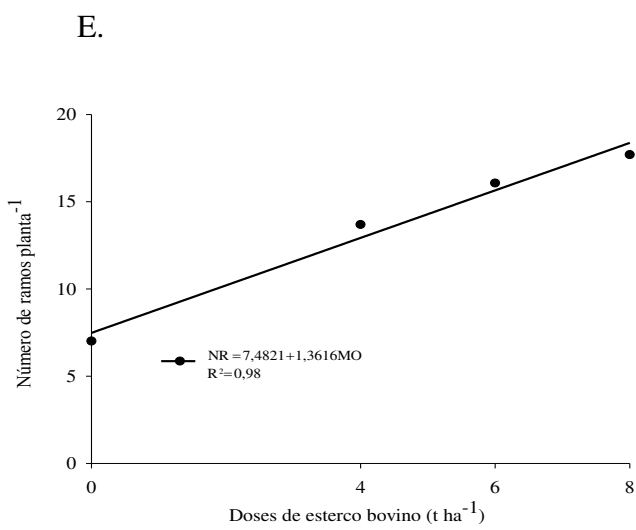
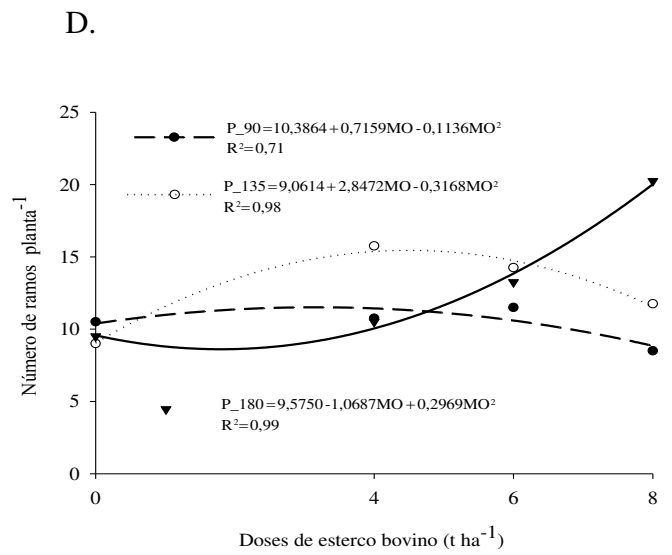
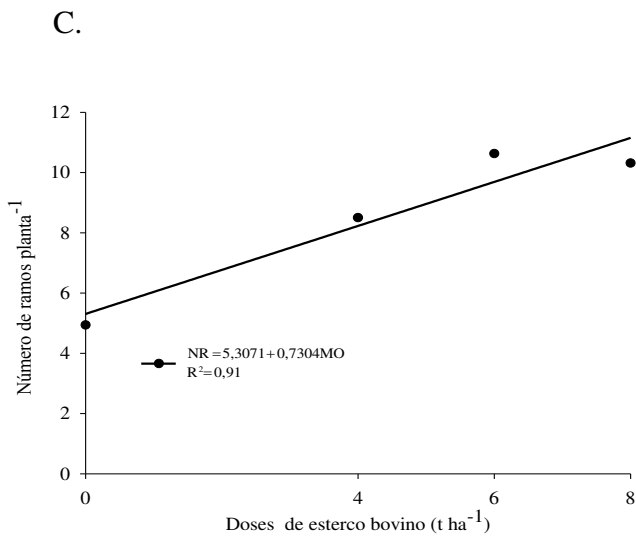
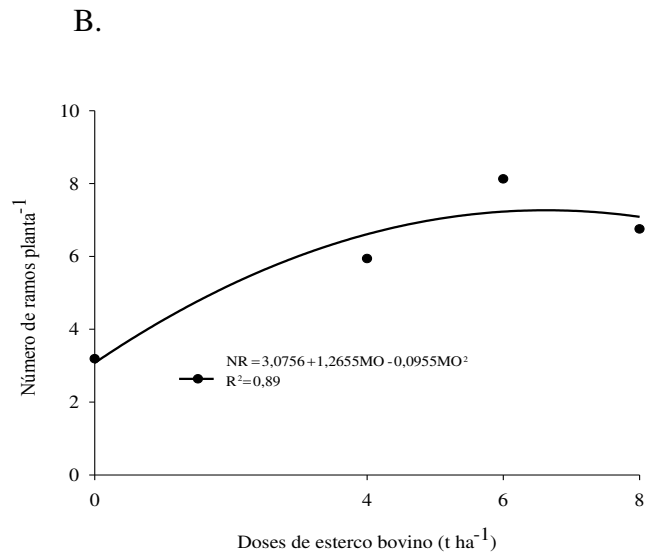
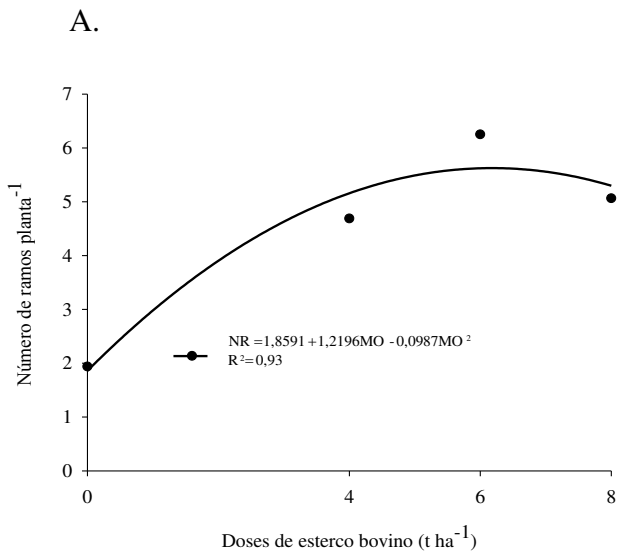


Figura 3. Efeito das doses de esterco bovino sob o número de ramos planta⁻¹ aos 90 (A), 120 (B), 150 (C), 180 (D), 210 (E) e 240 (F) DAP de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015.

Observou-se aos 150 DAP, efeito linear dos níveis de esterco bovino sob a variável número de ramos planta⁻¹. Neste período de avaliação, a melhor resposta foi estimada ao utilizar 8 t de esterco bovino ha⁻¹, com o valor máximo de 11,15 ramos, representando um incremento de 52,38% em relação ao valor de 5,31 ramos, obtidos sem a adubação orgânica (Figura 3C).

No que diz respeito à influência das diferentes doses de adubação com esterco bovino, dentro das doses isoladas de fósforo, sob o número de ramos planta⁻¹, obteve-se aos 180 DAP, 11,51 ramos, no nível máximo do modelo estatístico, com as aplicações combinadas de 90 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 3,15 t de esterco bovino ha⁻¹, representando um acréscimo de 9,76% no número de ramos planta⁻¹ em relação às parcelas adubadas com 90 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 23,17% com a aplicação de 90 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 8 t de esterco bovino ha⁻¹ (Figura 3D).

Comportamento semelhante pode ser observado (Figura 3D), quando as aplicações estimadas de 135 kg de superfosfato simples ha⁻¹ associada a 4,49 t de esterco bovino ha⁻¹, conferiram às plantas de pinhão-manso, o total de 15,46 ramos planta⁻¹, representando um incremento de 41,39% em relação às adubações apenas com a dose de 135 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 25,20% quando comparadas com os 11,56 ramos, observadas quando a adubação conjunta foi de 135 kg de P ha⁻¹ e 8 t de esterco bovino ha⁻¹.

No entanto, ao estimar 180 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 1,80 t de esterco bovino ha⁻¹, observou-se na Figura 3D efeito quadrático negativo com produção mínima de 8,61 ramos planta⁻¹. Por outro lado, ao aumentar as doses de esterco bovino associado com 180 kg de superfosfato simples ha⁻¹, foi observado acréscimo progressivo do número de ramos planta⁻¹, obtendo 20,03 ramos quando se utilizou a dose de adubação com 180 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 8 t de esterco bovino ha⁻¹. Em relação à associações de doses, esta combinação (180 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e 8 t de esterco bovino ha⁻¹) implicou no maior número de ramos planta⁻¹, representando um incremento de 57,01% em relação ao valor encontrado pelo modelo estatístico (180 kg de P ha⁻¹ e 1,80 t de esterco bovino ha⁻¹) e 10,08%, em relação a adubação com 180 kg de superfosfato simples ha⁻¹ e na ausência de esterco bovino (9,58 ramos).

Aos 210 DAP (Figura 3E) a maior dose de esterco (8 t ha⁻¹) resultou em 18,37 ramos, enquanto a ausência da adubação orgânica 7,48 ramos, ou seja, 59,27% a menos. Na última avaliação, aos 240 DAP (Figura 3F) o incremento foi de 63,54% com 24,80 ramos em plantas que receberam 8 t de esterco bovino ha⁻¹, em contraste aos 9,04 ramos em plantas que não receberam a adubação com esterco bovino.

No que diz respeito às doses isoladas de esterco bovino, sobretudo 8 t ha^{-1} e as respostas da variável número de ramos planta⁻¹, observou-se de maneira geral, que ao longo dos períodos de avaliação, o uso da adubação com esterco bovino, fonte de nitrogênio, associada a poda no segundo ciclo das plantas de pinhão-manso é uma boa alternativa para intensificar o surgimento de novos ramos. De acordo com Mengel & Kirkby (1987) e Taiz & Zeiger (2004), o nitrogênio é essencial para a assimilação do carbono e formação de novos órgãos na planta, pois faz parte da estrutura vegetal como componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP e outras moléculas.

Saraiva et al. (2013) constataram incremento de cerca de três vezes o número de ramos após a realização da poda do pinhão-manso, quando comparado aos valores obtidos antes da poda, tendo verificado ainda, que não houve diferenças significativas no número de ramos em resposta a adubação fosfatada.

O maior número de ramos planta⁻¹, promovidos pela adubação com esterco bovino, provavelmente resultará em maior número de folhas, realização da fotossíntese e surgimento de inflorescências, visto que as flores de pinhão-manso se desenvolvem em gemas terminais de ramos crescidos, desta forma, a possibilidade de produções mais satisfatórias também aumenta, estando em concordância com os relatos de Arruda et al. (2013) e Santos et al (2007).

De acordo com Abdelgadir et al. 2008 e Silva et al. (2011) há um incremento expressivo no rendimento de grãos ao se realizar a poda de plantas, pois essa prática aumenta o número de ramos, as brotações, as inflorescências, os frutos e conseqüentemente, eleva a produção da planta do pinhão-manso e para Oliveira & Beltrão, (2010) deve-se estar associada à irrigação para incrementar o número de ramos produtivos.

3.4. Número de folhas planta⁻¹

Observa-se na Tabela 4, que aos 90 DAP houve efeito isolado a nível de 1% de probabilidade, das diferentes doses de adubação com esterco bovino, sob o número de folhas planta⁻¹. No entanto, aos 120 DAP não houve efeito significativo, mas aos 150 DAP até o término do experimento, com 1% de probabilidade, as doses de adubação com esterco bovino influenciaram o número de folhas planta⁻¹. No que diz respeito às doses de superfosfato simples, não influenciaram significativamente o número de folhas de planta⁻¹, em nenhum período avaliado, assim como não houve a interação entre o esterco bovino e o superfosfato simples.

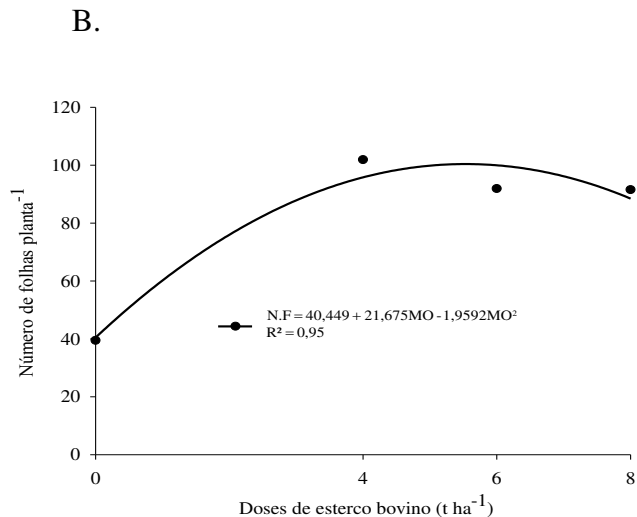
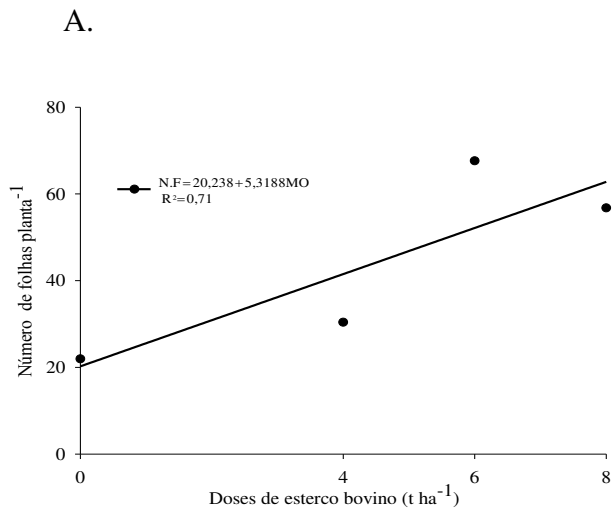
Tabela 4. Resumo da análise de variância do número de folhas planta⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-mansó adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.

Quadrados médios

Fonte de variação	GL	Número de folhas planta ⁻¹ - Pós poda					
		90 DAP	120 DAP	150 DAP	180 DAP	210 DAP	240 DAP
Tratamento	15	1587,9**	996,1 ^{ns}	3014,6**	10570,9**	48436,3**	48701,4**
Esterco bovino (E.B)	3	7429,2**	2445,6 ^{ns}	12755,2**	42632,9**	198767,5**	207552,0**
Superfosfato simples (S.S)	3	54,2 ^{ns}	526,2 ^{ns}	812,6 ^{ns}	5288,1 ^{ns}	16269,3 ^{ns}	23855,6 ^{ns}
(E.B) * (S.S)	9	152,0 ^{ns}	671,0 ^{ns}	501,8 ^{ns}	1644,3 ^{ns}	9048,2 ^{ns}	4033,1 ^{ns}
Resíduo	48	285,8	952,3	912,2	2274,8	10939,3	10010,8
Regressão Linear	1	16060,3**	3360,5 ^{ns}	17096,6**	82915,0**	301412,6**	389484,0**
Regressão Quadrática	1	1491,9 ^{ns}	3797,6 ^{ns}	15781,6**	38073,8**	259462,9**	214137,6**
Desvio de Regressão	1	4735,5**	178,5 ^{ns}	5387,4*	6909,9 ^{ns}	35427,1 ^{ns}	19034,4 ^{ns}
CV %	-	23,10	37,89	24,77	16,03	14,73	13,09

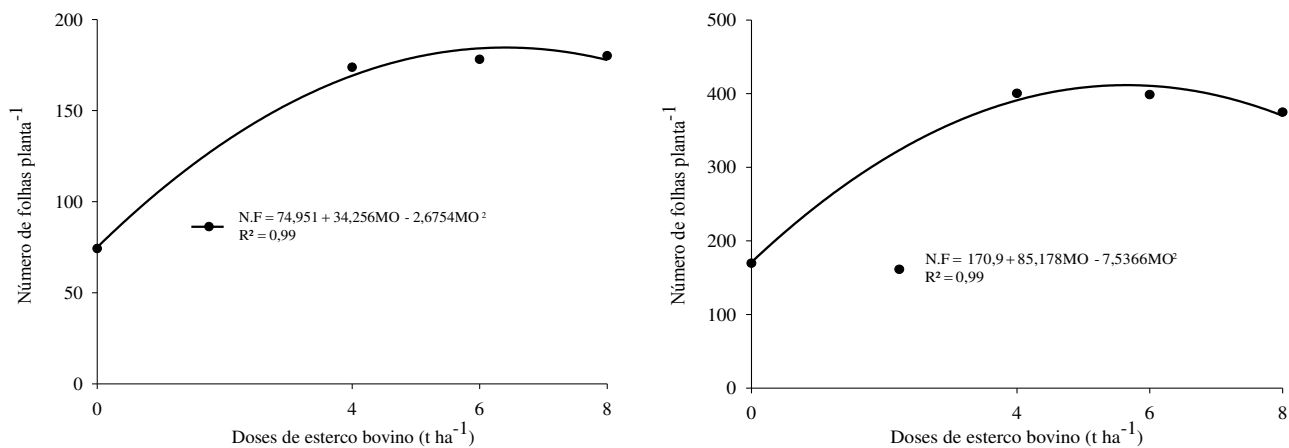
** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; DAP - dias após a poda.

Aos 90 DAP houve efeito linear das doses de esterco bovino, sob o número de folhas planta⁻¹ e que ao estimar a adubação do pinhão-mansó com o maior nível testado (8 t ha⁻¹), as plantas apresentaram o número de folhas 67,77% maior do que aquelas não fertilizadas.



C.

D.



E.

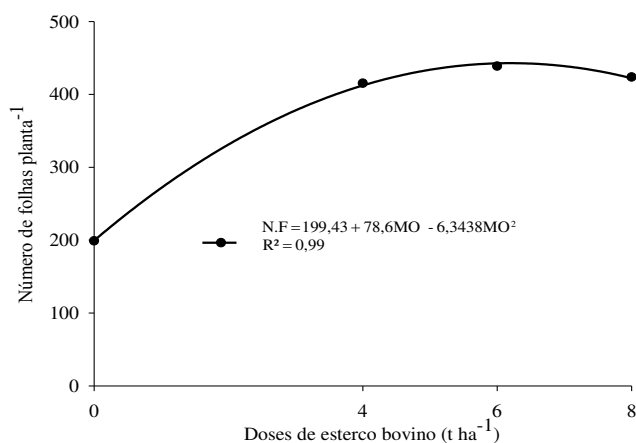


Figura 4. Efeito das doses de esterco bovino sob o número de folhas planta⁻¹ aos 90 (A), 150 (B), 180 (C), 210 (D) e 240 (E) DAP de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015.

Observou-se aos 150 DAP (Figura 4B), que ao estimar as doses de esterco bovino, 5,53 t ha⁻¹ propiciou o número máximo de 100,39 folhas planta⁻¹. Aos 180 (Figura 4C), 210 (Figura 4D) e 240 DAP (Figura 4E), as doses de 6,40; 5,65 e 6,20 t esterco bovino ha⁻¹, propiciaram o número máximo de folhas na ordem de 184,61; 411,57 e 442,89 planta⁻¹, respectivamente. Os acréscimos em relação às plantas não fertilizadas foram de 59,71 e 59,40% aos 150 e 180 DAP e aos 210 e 240 DAP as diferenças foram de 58,48 e 54,97%.

De modo geral, observa-se que as melhores doses de adubação com esterco bovino, propostas pelo modelo estatístico, estiveram entre os valores de 5,53 a 6,40 t ha⁻¹ e que 6,2 t ha⁻¹ observada na última avaliação, aos 240 DAP, foi a responsável pela maior resposta para a variável número de folhas planta⁻¹, durante todo experimento.

Por outro lado, verificou-se que ao exceder as doses de esterco bovino apresentadas nos modelos estatísticos quadráticos, a planta de pinhão manso apresentou decréscimos no número de folhas planta⁻¹, assim como foi observado na altura em planta⁻¹, diâmetro caulinar⁻¹ e área foliar planta⁻¹ (Figura 5), provavelmente devido um desajuste nutricional causado pelo excesso de esterco bovino, fonte de nitrogênio.

O suprimento inadequado de nutrientes, seja falta ou excesso, pode provocar restrições ao crescimento das plantas e alterar relações entre biomassa aérea e radicular, bem como promover alterações entre estádios vegetativos e reprodutivos (BUWALDA & GOH, 1982; MENGEL, 1983; MARSCHNER, 2002; PENG et al. 1993).

De acordo com Malavolta et al. (2002) algumas plantas podem acarretar desbalanços nutricionais e morfológicos quando cultivadas em solos com quantidades elevadas de N, podendo diminuir a produção de frutos, por apresentar-se mais tempo na fase vegetativa atrasando a floração, o desenvolvimento das raízes pode ser comprometido, a planta pode perde água pela transpiração demasiada e ainda ficar sujeita ao ataque de pragas e moléstias.

Porém, pode-se avaliar a adubação com esterco bovino como uma prática agrícola positiva, que promoveu o surgimento de novas folhas e conseqüentemente o aumento da área foliar de pinhão-manso (item 3.5), assumindo elevada importância nos processos morfofisiológicos da planta, pois é através das folhas que as plantas interceptam energia solar (MARSCHNER,2002) e potencializam sua produção.

3.5. 30% Área foliar planta⁻¹

De acordo com a Tabela 5, observar efeito significativo a nível de 1% de probabilidade, das doses de esterco bovino em toda as épocas analisadas, exceto aos 120 DAP com efeito significativo a 5 %. Por outro lado, os níveis de fósforo não influenciaram significativamente a variável de crescimento, assim como não houve efeito da interação entre os níveis de esterco bovino e superfosfato simples. Uma das possíveis explicações pode ser o fato da dose de superfosfato simples ter sido insuficiente em relação a real necessidade do solo, para suprir a demanda da planta e conseqüentemente influenciar no crescimento de pinhão-manso.

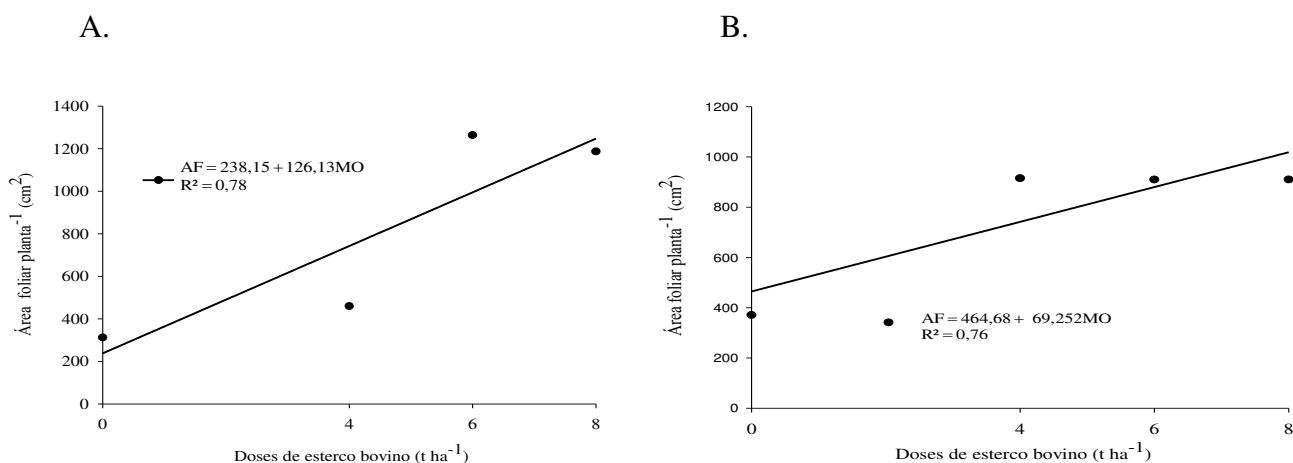
Tabela 5. Resumo da análise de variância da 30% Área foliar planta⁻¹ aos 90, 120, 150, 180, 210 e 240 DAP de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.

Quadrados médios							
30% Área foliar planta ⁻¹ - Pós poda							
Fonte de variação	GL	90 DAP	120 DAP	150 DAP	180 DAP	210 DAP	240 DAP
Tratamento	15	83385,6**	378279,1 ^{ns}	1027083,9**	5178690,7**	33677684,6**	26957859,9**
Esterco bovino (E.B)	3	3829686,5**	1170538,8*	4501202,3**	17808297,6**	116815499,1**	95237998,7**
Superfosfato simples (S.S)	3	49556,4 ^{ns}	260048,1 ^{ns}	31772,8 ^{ns}	3381729,4 ^{ns}	7505185,6 ^{ns}	10393773,5 ^{ns}
(E.B) * (S.S)	9	96671,7 ^{ns}	153602,9 ^{ns}	200814,8 ^{ns}	1567808,9 ^{ns}	14689246,1 ^{ns}	9719175,8 ^{ns}
Resíduo	48	223942,8	319536,7	346087,1	1394939,1	10259422,3	5972471,9
Regressão Linear	1	9399493,8**	2079877,0**	4622928,1**	28232558,4**	124651730,4**	123460159,1**
Regressão Quadrática	1	201087,2 ^{ns}	1184870,8 ^{ns}	4517883,1**	1980094,5**	185805694,5**	147672653,4**
Desvio de Regressão	1	1888478,4**	246868,5 ^{ns}	4362795,8**	5392239,8 ^{ns}	39989072,4 ^{ns}	14581183,6 ^{ns}
CV %	-	32,96	37,48	25,14	17,88	17,28	15,28

** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; DAP - dias após a poda

De acordo com Freiburger et al. (2014), as exigências nutricionais quanto ao fósforo, são pouco expressivas no primeiro ano de cultivo, aumentando gradativamente a partir do segundo e terceiro ano da produção, como é o caso das plantas avaliadas. A dose de superfosfato simples no segundo ciclo do pinhão-manso podem ter sido baixas, visto que as doses foram as mesmas para o primeiro ciclo, além de que, segundo Novais & Smyth (1999), os solos brasileiros apresentam baixo teor natural de fosfatos e é rapidamente fixado cristais do solo, dificultando sua absorção pelas plantas em quantidades suficientes.

Na Figura 5A, aos 90 DAP, houve efeito positivo da adubação com esterco bovino sob a área foliar com tendência linear. A área máxima de 1.247,19 cm², foi verificada ao estimar a maior dose de esterco bovino testada neste experimento (8 t ha⁻¹), representando incremento de 80,91% ao comparar com os resultados encontrados no tratamento controle (dose 0) que promoveu apenas 238,15 cm² de área foliar planta⁻¹.



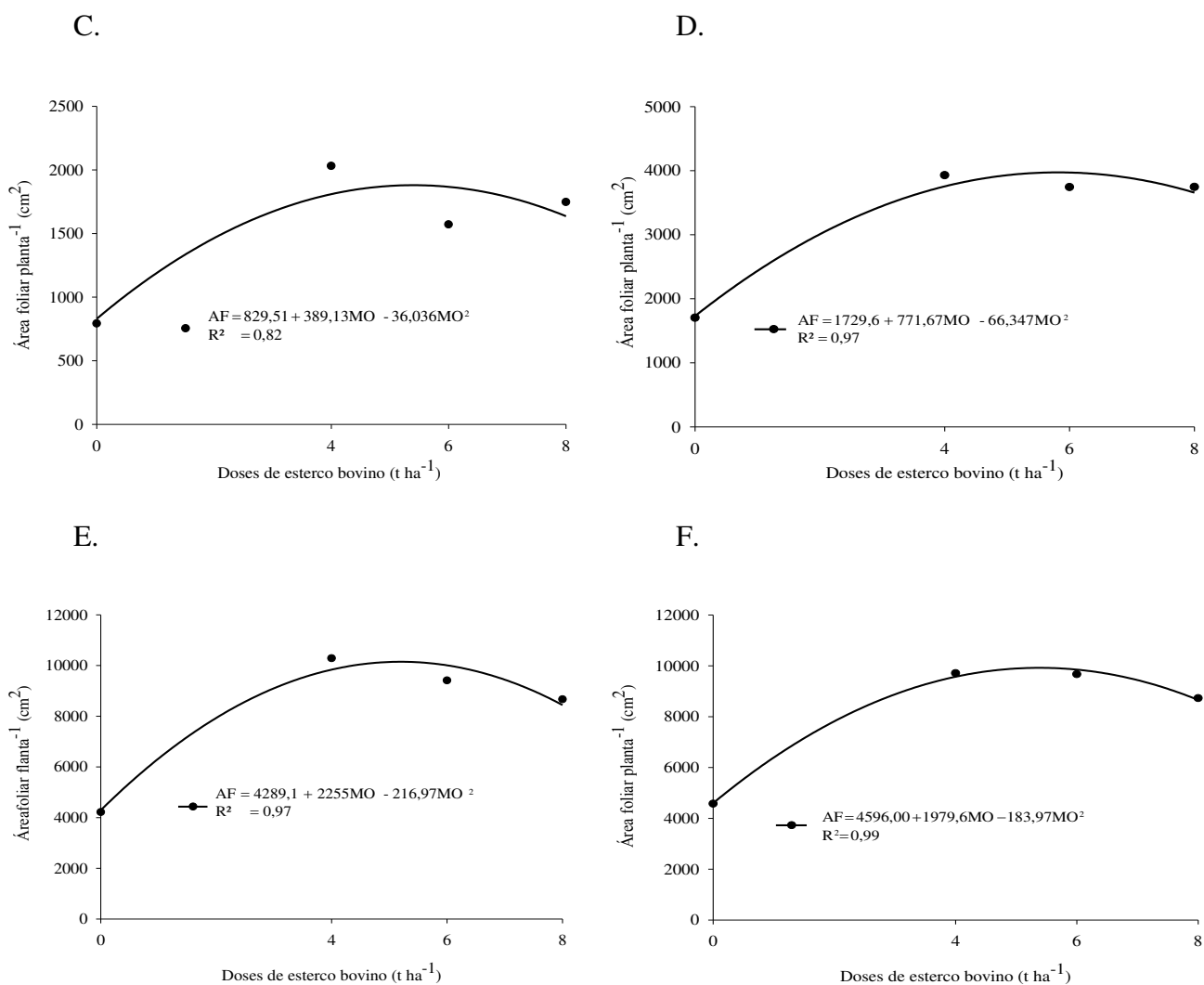


Figura 5. Efeito das doses de esterco bovino sob a 30% da área foliar planta⁻¹ aos 90 (A), 120 (B), 150 (C), 180 (D), 210 (E) e 240 (F) DAP de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015.

Reposta semelhante observa-se aos 120 DAP, com o aumento das quantidades de esterco bovino resultando em incrementos na área foliar planta⁻¹ (Figura 5B). Observa-se diferença de 54,38% ao comparar os resultados promovidos pela ausência do esterco bovino (464,68 cm²), com a área foliar de 1.018,70 cm² ao estimar a dose de 8 t ha⁻¹.

As doses de esterco bovino, em todos os períodos de avaliação com resposta quadrática (Figura 5C, D, E e F) promoveram as máximas áreas foliares planta⁻¹, ao estimar as doses de 5,40; 5,82; 5,20 e 5,38 t ha⁻¹, sendo a dose de esterco bovino de 5,20 t ha⁻¹, observada na penúltima avaliação (210 DAP), a que promoveu a maior área foliar verificada em todas as épocas observadas, excedendo 10.000,00 cm². Comparando os resultados estimados na ausência da adubação com esterco bovino, a diferença é de 55,88 e 56,47% aos 150 e 180 DAP e aos 210 e 240 DAP, as plantas de pinhão-manso responderam 57,74 e 53,68% melhor, respectivamente.

Com os resultados expostos nesta pesquisa, fica evidenciado que a adubação com esterco bovino, foi determinante para aumentar a área foliar do pinhão-mansão, assim como ocorreu em todas as outras variáveis de crescimento estudadas neste experimento. A produção de uma cultura pode ser incrementada maximizando a eficiência fotossintética das plantas cultivadas (MARCHÃO et al., 2005). Segundo Marschner (2002) e Silva et al. (2010), utilizando adubação com matéria orgânica, rica em N como o esterco bovino, e em quantidades ideais para suprir a necessidade da planta, a área foliar pode aumentar, devido a ampliação da curvatura das folhas, interferindo na interceptação de luz e melhorando o processo da fotossíntese.

Desta forma, a utilização do esterco bovino na adubação do pinhão-mansão, é uma boa opção, pois a escolha do adubo orgânico não deve ser feita levando em consideração apenas as características físicas e químicas exigidas pela espécie a ser plantada, mas também observar os aspectos econômicos e a disponibilidade na região GOMES & SILVA, 2004; LAVIOLA et al. 2007) e o esterco bovino se adéqua a todos estes requisitos, principalmente nas regiões do nordeste brasileiro, onde boa parte dos agricultores sobrevivem com a prática da pecuária e da agricultura simultaneamente, fazendo uso da adubação orgânica com a utilização de resíduos gerados na própria unidade rural, ou nas proximidades.

4. CONCLUSÕES

A adubação com esterco bovino foi determinante para o crescimento das plantas de pinhão-mansão propiciando maior altura de planta⁻¹, diâmetro caulinar⁻¹, número de ramos planta⁻¹, número de folhas planta⁻¹ e 30% Área foliar planta⁻¹ quando se utilizaram as doses de 5,57 t ha⁻¹; 7,21 t ha⁻¹; 8 t ha⁻¹; 6,2 t ha⁻¹ e 5,20 t ha⁻¹, respectivamente. As doses isoladas de superfosfato simples, (90, 135 e 180 kg ha⁻¹), não influenciaram no crescimento de plantas de pinhão-mansão.

Em relação às doses combinadas de adubo orgânico e fosfatado, o maior número de ramos planta⁻¹ foi obtido com a dose conjunta de 180 kg de ha⁻¹ de superfosfato simples com 8 t de esterco bovino ha⁻¹; 135 kg de superfosfato simples ha⁻¹ com 8 t ha⁻¹ de esterco bovino promoveram o maior diâmetro caulinar⁻¹ e para a variável altura de planta⁻¹, não se obteve resultados satisfatórios. As doses associadas não foram eficazes tanto quanto o resultado obtido ao utilizar as doses isoladas de 8 t ha⁻¹ e 7,21 t ha⁻¹ de esterco bovino, sob o número de ramos planta⁻¹ e diâmetro caulinar⁻¹, respectivamente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELGADIR, H.A.; JOHNSON, S.D.; VAN STADEN, J. Approaches to improve seed production of *Jatropha curcas* L. South African Journal of Botany, v.74, p.359, 2008

ARAÚJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006. p. 253-280.

ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de milho. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Lavras, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

ARRUDA, R. L.; QUEIROZ, P. A.; COSTA, N. V.; SARAIVA, A. S.; ERASMO, E. A. L. Evaluation of the initial growth of *Jatropha Curcas* L. under different doses of phosphorus applied to the base. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v.4, n.4, p.378-389, 2013.

BARBOSA FILHO, M. P. .; COBUCCI T. .; MENDES, P. N. Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, nº5. 2005. Disponível em:<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/adubacao.htm#af>. Acesso em: 26. jan. 2015.

BRITO, K. S. A.; LAIME, E. M. O.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, D. C. S. Crescimento e produção de pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e doses de matéria orgânica. Engenharia Ambiental, v. 10, n. 1, p. 134-142, 2013.

BUWALDA, J.C. & GOH, K.M. Host-fungus competition for carbon as a cause of growth depressions in vesiculararbuscular mycorrhizal ryegrass. Soil Biol Biochem., 14:103-106, 1982.

CARVALHO, C. M.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; LIMA JUNIOR, L. A.; VALMIR JUNIOR, M. Pinhão-Mansó: Crescimento sob condições diferenciadas de irrigação e adubação no semiárido nordestino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.5, p.487-496, 2013.

FERREIRA, U.C.Q. Crescimento, desenvolvimento e produção do pinhão mansó submetido à irrigação com água residuária e adubação com farelo de mamona. Campina Grande, 2011.65-122p. ITese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, UFCG.

FIRMINO, M. C.; FARIAS, M. S. S de.; MEDEIROS, S. S de.; GUERRA, H. O. C.; GUIMARÃES, J. P. Altura e diâmetro do pinhão mansó sob adubação fosfatada e uso de água residuária. Revista ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 11, n. 2, p. 22-31, Abr - Jun, 2015.

FLORES, P.; BOTELLA, M. A.; MARTINEZ, V. CERDA, A. Response to salinity of tomato seedlings with a split-root system: Nitrate uptake and reduction. Journal of Plant Nutrition, v. 25, n.1, p.177-187, 2002.

FREIBERGER, M. B.; GUERRINI, I. A.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L. G. Adubação fosfatada no crescimento e na nutrição de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência no Solo*, v.38, p.232-239, 2014.

FREIBERGER, M. B.; GUERRINI, I. A.; CASTOLDI, G.; GUSTAVO. Nutrição e adubação NPK para a cultura do pinhão manso no Brasil. *Scientia Agraria Paranaensis - SAP Mal. Cdo. Rondon*, v. 12, n. 3, p.157-166, 2013.

FREIRE, E. A.; NASCIMENTO, N. V.; LIMA, V. L. A. Crescimento inicial do pinhão manso submetido á adubação fosfatada. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v.5, n.1, p. 21-24, 2011.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos. Viçosa: UFV, 2004, p. 190–225.

GUSMÃO, C.A. G. Desempenho do pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) de segundo ano submetido a diferentes dose de NPK. 2010. 81p. (Dissertação de mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros- UNIMONTES.

HAVLIN, L. J.; TISDALE, S. L.; NELSON W. L.; BEATON. J.D. Soil fertility and fertilizers. Eighth edition. Prentice Hall. New Jersey, U.S.A. p. 528. 2013.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; SALOMÃO, L. C.; CRUZ, C. D. Acúmulo de nutrientes macro nutrientes em frutos de cafeeiros em Viçosa-MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., Águas de Lindóia, Anais...Águas de Lindóia, 2007. CD-ROOM.

MACHADO, L. de O. Apostila Adubação Fosfatada, 2010.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. Piracicaba: Internacional Plant Nutrition Institute, Boletim, n 121. p10. 2008.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARE, J. C. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel, 200p, 2002.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, p722. 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, p201.1997.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.35, p.93-101, 2005.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 3 ed. London: Academic, p.889. 2002.

MATTER, G. Jardinagem. Disponível em: <http://www.paisagismobrasil.com.br>. Acesso em: 2.abr. 2010.

MENGEL, K. Responses of various crop species and cultivars to fertilizer application. *Plant Soil*, 72:305-319, 1983.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. 5. Ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1987. 849p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG: Ed. UFV, p.300. 1999.

OLIVEIRA, S.J.C.; BELTRÃO, N.E. de M. Crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas*) em função da poda e da adubação química. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.14, p.9-17, 2010.

PENG, S.; EISSENSTAT, D.M.; GRAHAM, J.H.; WILLIAMS, K. & HODGE, N.C. Growth depression in mycorrhizal citrus at high-phosphorus supply. *Plant Physiol.*, 101:1063-1071, 1993.

PEREIRA, J. C. S.; FIDELIS, R. R.; ERASMO, E. A. L.; SANTOS, P. M.; BARROS, H. B.; CARVALHO, G. L. Florescimento e frutificação de genótipos de pinhão-manso sob doses de fósforo no cerrado da Região Sul do Tocantins. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v.2, n.2, p.28-36, 2011.

SANTOS, S.; FERREIRA JÚNIOR, E.J.; PIRES, B.; NETTO, A.P.C. Efeito de diferentes adubações no desenvolvimento inicial de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL. Anais..., Lavras, MG. p.547-554, 2007.

SARAIVA, A. de S.; DORNELAS, D. F.; DORNELAS, B. F. M.; GONÇALVES, R. C.; ERASMO, E. A. L.; SARMENTO, R de. A.; NUNES, T. V. Growth and production of physic nut (*Jatropha curcas* L.) under phosphorus levels applied to the base. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. v. 4, N.3, p.240-248, 2013.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; BELTRÃO, N. E. M. Formação do sistema radicular de plantas de pinhão-manso propagadas por mudas, estacas e sementes. (Comunicado Técnico, 348). Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007.

SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Método para medição da área foliar do pinhão manso. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1, 2006, Brasília. Anais..., Brasília, MCT/ABIPTI, 2006. p. 73-77.

SILVA, J. C.; COSTA, R. D.; COSTA, J. Z.; TRENHAGO, E. D.; OLIVEIRA, F. S.; MARANA, J.; LAVIOLA, B. G. Poda de manutenção em pinhão-manso. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa de Pinhão-manso. Anais..., Brasília, CD Rom. 2011.

SILVA, J. T. A. da.; SIMÃO, F. R.; ALVES, J. J. M. Desenvolvimento vegetativo e produção do pinhão-manso em resposta à adubação fosfatada. Revista. Ceres, v. 62, n.3, p. 319-322, 2015.

SILVA, P.C.C.; COUTO, J.L.; SANTOS, A.R. Absorção dos íons amônio e nitrato e seus efeitos no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. Revista de Biologia e Ciência da Terra, v.10, n.2, p.97-104, 2010.

SOUSA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; K, G. C.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 2, p. 310-318, abr-jun, 2011.

SOUZA, J.S.I. de. Poda das plantas frutíferas. 9.ed. São Paulo: Nobel, 2005. 191p

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

XAVIER, J. F.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; FERNANDES, J. D.; MELO, D. F.; LEITE, P. G. Crescimento e produção de *Jatropha curcas* sob efeito residual da adubação fosfatada após a poda. In: II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING. Anais..., Fortaleza, CE. p.455-463, 2014.

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO DE PINHÃO - MANSO FERTILIZADO COM DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO DE PINHÃO - MANSO FERTILIZADO COM DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA

RESUMO: O conhecimento sobre as quantidades adequadas de fertilizantes para as culturas é essencial para promover o desenvolvimento das plantas de modo satisfatório, sem que haja desperdícios de adubos, que acarreta excessos de gastos e poluição do solo. Diante da ausência de maiores informações sobre adubação de pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*), objetivou-se com este trabalho, avaliar componentes de produção em seu segundo ciclo, em função de diferentes doses de fertilizante orgânico e fosfatado. O experimento foi conduzido em vasos, ao ar livre, em delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições e em esquema fatorial de 4 doses de esterco bovino, correspondentes a 0; 4; 6 e 8 t ha⁻¹ e 4 doses de superfosfato simples, correspondentes a 0; 90; 135; 180 kg ha⁻¹. As plantas de pinhão-manso foram irrigadas em turno de rega de 3 dias, com água pluvial no período chuvoso e com água do sistema de abastecimento público da cidade de Campina Grande (PB), no período de estiagem. Observou-se que as doses de esterco bovino influenciaram as variáveis de produção: número de cachos planta⁻¹, produção planta⁻¹, florescimento, número de frutos planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹ e peso de sementes planta⁻¹ de plantas de pinhão-manso, obtendo os maiores resultados ao utilizar de 6,48 t ha⁻¹ a 7,58 t ha⁻¹ de esterco bovino. As doses de superfosfato simples influenciaram linearmente as variáveis: produção planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹ e o peso de sementes planta⁻¹. No que diz respeito às adubações associadas de superfosfato simples e esterco bovino, não promoveram à variável maturação dos frutos bons resultados e ao número de frutos cacho⁻¹ o maior valor foi observado na ausência de superfosfato simples e a dose estimada de 6,71 kg de esterco bovino ha⁻¹.

Palavras-chave: *Jatropha curcas L.*, esterco bovino, superfosfato simples.

PRODUCTION JATROPHA FERTILIZED WITH DIFFERENT FERTILIZATION LEVELS AND ORGANIC PHOSPHATE

ABSTRACT: The Knowledge of the proper amounts of fertilizer for crops is essential to promote the development of satisfactorily plants without fertilizer waste, which leads to excess spending and soil pollution. In the absence of more information on jatropa fertilization (*Jatropha curcas L.*), objective of this work was to evaluate production of components in its second cycle, due to different doses of organic and phosphatic fertilizer. The experiment was conducted in pots outdoors, in a randomized block design with four replications and a factorial of 4 doses of cattle manure, corresponding to 0; 4; 6; 08 t ha⁻¹ and 4 doses of superphosphate, corresponding to 0; 90; 135; 180 kg ha⁻¹. The jatropa plants were irrigated in 3 day irrigation schedule with rainwater during the rainy season and water from the public supply system in the city of Campina Grande (PB), in the dry season. It was observed that the doses of manure influenced the production variables: number of bunches plant⁻¹, production plant⁻¹, flowering, number of fruit plant⁻¹, number of seed plant⁻¹ and weight seed plant⁻¹ jatropa plants, obtaining the greatest results when using 6.48 t ha⁻¹ to 7.58 t ha⁻¹ of manure. The doses of superphosphate linearly influenced variables: production plant⁻¹, number of seeds plant⁻¹ and weight seed plant⁻¹. With regard to fertilization combined manure and superphosphate, the variable did not promote maturation of fruits good results and the number of fruit bunch⁻¹ the highest value was observed in the absence of superphosphate and the estimated dose of 6.71 kg of cattle manure ha⁻¹.

Keywords: *Jatropha curcas L.*, cattle manure, superphosphate.

1. INTRODUÇÃO

A maior parte da energia consumida no mundo provém do petróleo, carvão e gás natural, contudo, sua utilização apresenta limitações, motivo da busca por tecnologias limpas e eficientes, que permitam utilizar fontes renováveis de energia para os mais variados fins. O pinhão-manso (*Jatropha curcas L.*) tem sido visto como uma das alternativas propícias para a produção de biodiesel em diversos países do mundo (BEHERA et al., 2010; BANGZEN & ZENGFU, 2011; LAVIOLA et al., 2012; MAES et al., 2009), frente a crescente demanda por óleo vegetal, em substituição do petróleo.

Com investimentos públicos e privados, o pinhão-manso está em processo de expansão de cultivo, não só pelo intuito de plantio comercial, mas também por ações técnico-científicas de domesticação, objetivando transformá-la de espécie selvagem em espécie cultivada (DURÃES & LAVIOLA, 2009; NERY et al., 2013). Segundo Tominaga et al. (2007), esta oleaginosa produz em média, 100, 500, 2.000 e 4.000 g planta⁻¹ de sementes no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos de cultivo respectivamente, entretanto para que ela desenvolva todas suas potencialidades, todos os passos tecnológicos têm que ser bem estabelecidos, assim como a prática da adubação.

A adubação com esterco bovino, isolado ou associado com a adubação fosfatada, incrementa o crescimento e a produtividade desta cultura (BALOTA et al., 2012; BRITO et al., 2013; FERNANDES et al., 2013; LIMA et al., 2011; NÓBREGA et al., 2012; PEREIRA et al. 2011; PRATES et al. 2012; SILVA et al., 2011; SOUSA et al., 2012; SOUSA et al. 2012a) podendo contribuir significativamente com o suprimento de N e outros nutrientes essenciais às plantas.

O nitrogênio (N), cuja assimilação é essencial para o metabolismo vegetal e assimilação do carbono, participa das moléculas de clorofila e está diretamente associada à formação de folhas, promovendo a expansão foliar com melhores respostas nas taxas fotossintéticas (TAIZ & ZEIGER, 2004; SILVA et al. 2010; SOUSA et al. 2012c) e conquentemente na produção. O fósforo (P) é um nutriente essencial que deve ser fornecido em quantidades adequadas conforme a necessidade da cultura, visto que a maioria dos solos brasileiros apresenta elevada deficiência deste elemento (NOVAIS & SMYTH, 1999).

Apesar das indicações de que o pinhão-manso remove consideráveis quantidades de N e P a partir do segundo ano de cultivo (FREIBERGER, 2014), a produção em larga escala, depende de informações sólidas a respeito da nutrição e adubação (FREIBERGER et al., 2013; GUSMÃO, 2010; LAVIOLA & DIAS, 2008). Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a possível influência de diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples sob a produção de pinhão-manso irrigado e cultivado em vasos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo refere-se às respostas das variáveis de produção: número de cachos planta⁻¹, produção planta⁻¹, florescimento, maturação dos frutos planta⁻¹, número de frutos cacho⁻¹, número de frutos planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹ e peso de sementes planta⁻¹ de pinhão manso, submetido à adubação com esterco bovino nas doses 0; 4; 6 e 8 t ha⁻¹ e 4 doses de superfosfato simples correspondentes a 0; 90; 135; 180 kg ha⁻¹.

As irrigações, em turno de rega de 3 dias, eram definidas segundo o balanço hídrico, pela diferença entre o volume de água aplicada e o volume drenado. Utilizava-se a água de chuva no período chuvoso e na estiagem, água do sistema de abastecimento público da cidade de Campina Grande (PB).

Na ocasião da floração, identificou-se as inflorescências com placas de PVC, penduradas por um barbante (Figura 1). Nas respectivas placas, eram registradas as datas de surgimento da inflorescência, quantos frutos eram formados e a data de retirada do último fruto maduro do cacho. A colheita foi feita diariamente devido à heterogeneidade da maturação apresentada pela espécie. Os frutos de coloração totalmente escura eram colhidos e posteriormente colocados em recipientes separados e identificados, para serem expostos ao sol para secagem.



Figura 1. Inflorescência e cacho de frutos identificados

No final do experimento, com o auxílio das informações contidas nas placas de PVC, foi contabilizado o número de cachos planta⁻¹, número de frutos cacho⁻¹ e o número de frutos planta⁻¹. Após secos, todos os frutos de cada tratamento foram pesados em balança analítica, com precisão de 0,01 gramas, para obter-se a variável produção planta⁻¹.

Posteriormente, as sementes foram separadas das cascas, contadas e pesadas, para a obtenção do número de sementes planta⁻¹ e peso de sementes planta⁻¹ respectivamente. No que diz respeito à variável florescimento, refere-se à influência da adubação no aparecimento das inflorescências. Essa variável foi mensurada a partir das informações contidas nas placas de PVC, ao comparar as datas das emissões das inflorescências, com a data da primeira adubação do segundo ciclo do pinhão-manso. Para a variável maturação dos frutos planta⁻¹, comparou-se a data do surgimento das inflorescências com a data da maturação do último fruto do cacho.

Estão expostos na Figura 2 e 3, imagens das plantas na área experimental, na ocasião do início e finalização da produção do segundo ciclo do pinhão-manso, respectivamente.



Figura 2. Início do ciclo produtivo (fevereiro de 2015)



Figura 3. Final do ciclo produtivo (agosto de 2015)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

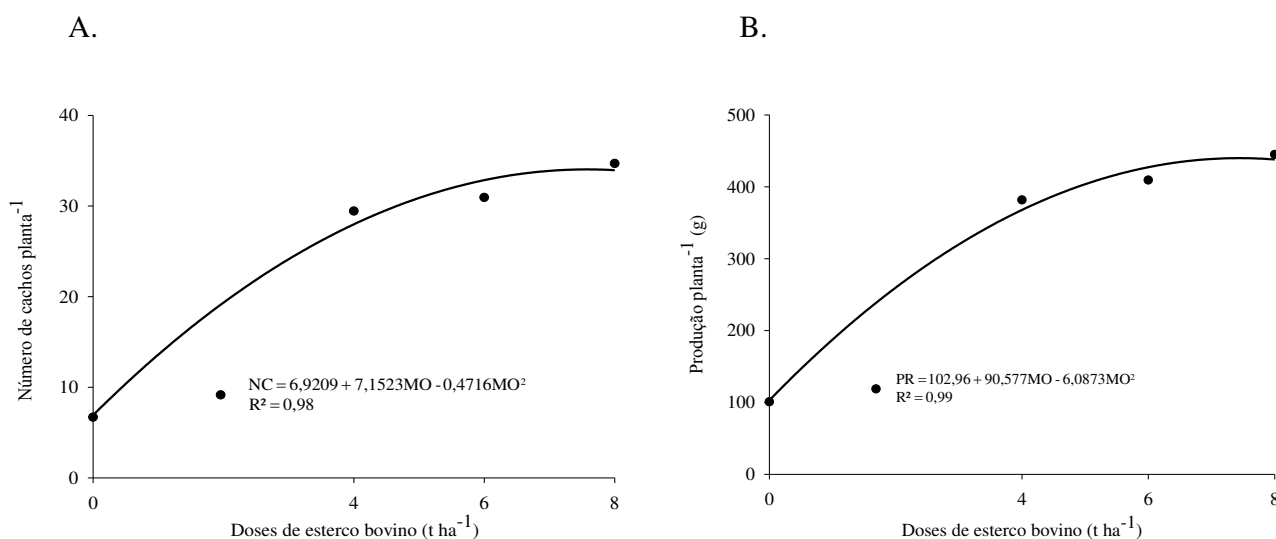
Os componentes de produção: número de cachos planta⁻¹ (CP⁻¹), produção planta⁻¹ (PP⁻¹), florescimento (F), número de frutos planta⁻¹ (FP⁻¹), número de sementes planta⁻¹ (SP⁻¹) e peso de sementes planta⁻¹ (PSP⁻¹) sofreram influência significativa a nível de 0,01 de probabilidade, quando as plantas de pinhão-mansó foram submetidas às diferentes doses de adubação orgânica com esterco bovino (Tabela 8).

Tabela 1: Resumos das análises de variância dos dados de produção: número de cachos planta⁻¹ (CP¹), produção planta⁻¹ (PP¹), florescimento (F), maturação dos frutos planta⁻¹ (MFP¹), número de frutos cacho⁻¹ (FC¹), número de frutos planta⁻¹ (FP¹), número de sementes planta⁻¹ (SP¹) e peso de sementes planta⁻¹ (PSP¹) de pinhão-manso adubado com diferentes doses de esterco bovino e superfosfato simples. Campina Grande – PB, 2015.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios							
		CP ¹	PP ¹	F	MFP ¹	FC ¹	FP ¹	SP ¹	PSP ¹
Esterco bovino (E.B)	3	2578,00**	97909,38**	10072,54**	556,79 ^{ns}	1,43 ^{ns}	87474,39**	575071,17**	208863,41**
Regressão Linear	1	5848,20**	898801,56**	15708,01**	1117,51*	0,53 ^{ns}	195377,03**	1250500,05**	472317,04**
Regressão Quadrática	1	1444,00**	240335,26**	5329,00**	495,06 ^{ns}	0,77 ^{ns}	59353,14**	391250,25**	128895,36**
Desvio de Regressão	1	441,80**	54591,32**	9180,61**	57,80 ^{ns}	3,00 ^{ns}	7693,00**	83463,20**	25377,83**
Superfosfato simples (S.S)	3	103,04 ^{ns}	15930,92*	561,79 ^{ns}	313,17 ^{ns}	5,10 ^{ns}	4622,27 ^{ns}	32371,83*	8801,85*
Regressão Linear	1	227,81 ^{ns}	32359,40*	1487,81 ^{ns}	84,05 ^{ns}	11,63 ^{ns}	9515,70 ^{ns}	75522,05**	18013,50*
Regressão Quadrática	1	81,00 ^{ns}	15356,16 ^{ns}	2,25 ^{ns}	841,00 ^{ns}	3,52 ^{ns}	3675,39 ^{ns}	21170,25 ^{ns}	8367,68 ^{ns}
Desvio de Regressão	1	0,31 ^{ns}	77,19 ^{ns}	195,31 ^{ns}	14,45 ^{ns}	0,15 ^{ns}	675,70 ^{ns}	423,20 ^{ns}	24,37 ^{ns}
(E.B) * (S.S)	9	18,63 ^{ns}	3523,39 ^{ns}	753,69 ^{ns}	899,04**	13,28**	1399,46 ^{ns}	5438,67 ^{ns}	1983,09 ^{ns}
Tratamento	15	547,38**	84882,10**	2579,08**	713,42**	9,27**	1925,01**	124751,80**	44722,91**
Resíduo	48	56,52	5414,85	547,66	245,05	2,83	1608,33	9321,06	2914,34
CV %	-	29,55	22,02	27,06	17,48	24,19	23,18	22,97	22,37

** e * significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; DAP - dias após a poda.

Observar-se na Figura 4A, que a variável número de cachos planta⁻¹ respondeu às diferentes doses de esterco bovino de forma positiva e quadrática, obtendo o valor máximo estimado de 34,04 cachos ao utilizar 7,58 t de esterco bovino ha⁻¹, enquanto que o tratamento controle (dose 0) promoveu às plantas de pinhão-manso apenas 6,92 cachos, correspondendo ao incremento de 79,67% .



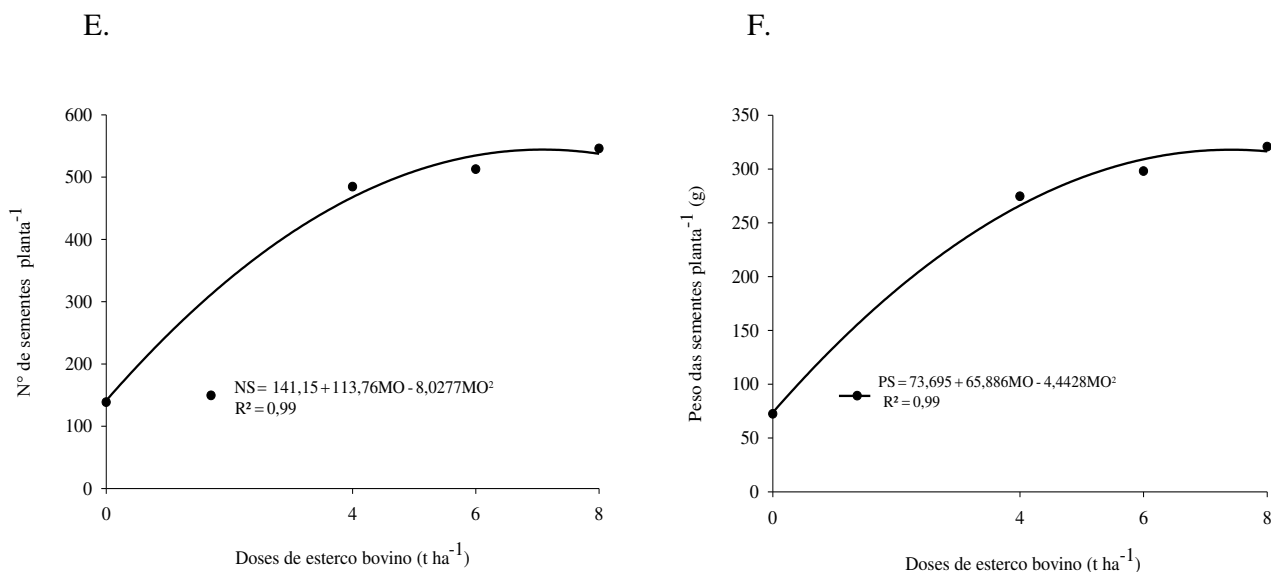


Figura 4. Efeito das doses de esterco bovino sob o número de cachos planta⁻¹ (A), produção planta⁻¹ (B), florescimento (C), número de frutos planta⁻¹ (D), número de sementes planta⁻¹ (E) e peso de sementes planta⁻¹ (F) de pinhão-mansão. Campina Grande – PB, 2015.

Resultado semelhante a este experimento, foi encontrado por Sousa et al. (2012) ao observarem que o número de cachos planta⁻¹ não foi afetado significativamente pelas doses de P₂O₅ (135 e 200g planta ano⁻¹), quando aplicadas em plantas de pinhão-mansão irrigadas com cinco níveis de salinidade, porém, esses resultados discordam de Xavier et al. (2014), que ao avaliarem as adubações com 0, 100, 200, 300 e 400 kg de P₂O₅ ha⁻¹, em plantas de pinhão-mansão podadas e irrigadas com água residuária, constataram que houve efeito significativo a nível de 5% de probabilidade, para o número de cachos planta⁻¹.

No que diz respeito a variável produção planta⁻¹ exposta na Figura 4B, observa-se na ausência da adubação com esterco bovino, a produção do pinhão-mansão de 102,96 g. Estimando a dose de 7,44 t de esterco bovino ha⁻¹, verificou-se a máxima produção com 439,90 g, ou seja, 76,59% a mais ao comparar com as plantas do tratamento controle.

De acordo com Tominaga et al. (2007), o valor da produção de pinhão-mansão em condições de campo e em seu segundo ciclo produtivo, são em média 500 g planta⁻¹. Levando em consideração esses dados, os resultados deste experimento encontram-se apenas 12,02% abaixo da média sugerida, sendo assim, a produção de pinhão-mansão avaliada nesta pesquisa, mostrou-se relativamente responsiva à dose de adubação com esterco bovino próxima a 8 t ha⁻¹. Deve-se ressaltar, que o cultivo de plantas em vasos restringem seu pleno crescimento e desenvolvimento (COROMOTO et al., 2010; GOMES et al., 2003; LIMA et al., 2006; QUEIROZ & JUNIOR, 2001) e pode ter sido o manejo das plantas de pinhão-mansão que impediu a produção.

Em relação a variável florescimento, observa-se na Figura 4C, a precocidade no surgimento de inflorescências, após a aplicação de esterco bovino nas plantas, estando em concordância com os relatos de Yong et al. (2010), ao afirmarem que teores adequados de nutrientes, entre eles o nitrogênio, favorecem o processo de floração do pinhão-mansão. As plantas que não foram fertilizadas com esterco bovino floresceram apenas aos 86,91 dias após a aplicação da adubação, enquanto que ao estimar 6,48 t de esterco bovino ha⁻¹ pelo modelo estatístico, observou-se a máxima precocidade de florescimento com 38,62 dias, representando uma diminuição de 55,56% ao comparar com as plantas que não receberam a adubação e 6,44% comparando àquelas que receberam 8 t de esterco bovino ha⁻¹, (41,28 dias).

Ao aumentar as quantidades de esterco bovino de 6,48 t ha⁻¹ para 8 t ha⁻¹, observou-se um aumento de aproximadamente 3 dias para que surgissem as primeiras inflorescências após a adubação, esse fato pode ser explicado pelos relatos de Malavolta et al. (2002), que afirmam que o solo com quantidades elevadas de N pode deixar a planta mais tempo na fase vegetativa, atrasando a floração.

O número de frutos planta⁻¹ foi afetado pelas diferentes doses de adubação com esterco bovino (Figura 4D), de modo que a dose estimada de 7,22 t ha⁻¹ conferiu o máximo valor, na ordem de 221,98 frutos planta⁻¹, representando um incremento de 71,14% quando comparado com os 64,06 frutos das plantas não fertilizadas.

Provavelmente o esterco bovino utilizado nesta pesquisa, apresentando 10,2 g kg⁻¹ (Tabela 3, cap. I) de nitrogênio em sua composição química, forneceu às plantas quantidades suficientes para a formação de frutos, estando em concordância com os relatos de Laviola & Dias (2008), que afirmam a alta taxa de crescimento de pinhão-mansão e sua demanda por nutrientes, sendo o N requerido em maior quantidade, para formação de folhas e conseqüentemente a realização da fotossíntese e produção, utiliza o N para suprir as demandas metabólicas dos frutos. O aumento no rendimento de frutos de pinhão-mansão, em função da adubação nitrogenada, foi observado por Mohapatra & Panda (2011), com produção máxima de 270,28 frutos/planta com uma aplicação de 60 g de N/planta.

Quanto a variável número de sementes planta⁻¹, observa-se na Figura 4E, que a dose estimada de 7,09 t de esterco bovino ha⁻¹ promoveu no nível máximo do modelo estatístico, 544,17 sementes, conferindo um acréscimo de 74,06% em relação às plantas não adubadas (141,15 sementes). Em relação a produção de sementes planta⁻¹, a dose de adubação de esterco bovino conferiu o valor máximo de 317,96 g, quando estimou-se a aplicação de 7,41 t ha⁻¹, Figura 4F, representando um incremento de 76,82% quando comparado ao valor de 73,70 g obtido na ausência da adubação com esterco bovino.

O nitrogênio é um macronutriente primário essencial para as plantas, sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando uma redução no tamanho e conseqüentemente redução da produção de sementes (MENGEL E KIRKBY, 1987), evidenciando que as doses de esterco bovino sugeridas nesta pesquisa, foram suficientes para ocasionar o aumento do peso das sementes.

Por outro lado, a tendência do excesso de esterco bovino ser prejudicial à produção do pinhão manso, foi observada em todas as outras variáveis discutidas até o momento, (Figura 4). Segundo Malavolta et al. (2002), a planta quando cultivada em solo com excesso de nitrogênio produz menos frutos, explicando em partes a diminuição das respostas das variáveis ao serem submetidas a quantidades de esterco bovino, fonte de N, além de suas necessidades produtivas.

Resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa foi verificado por Souza et al. (2010), ao avaliarem o efeito da adubação com nitrogênio em plantas de pinhão-manso, cultivado em condições de campo, com solo Neossolo Quartzarênico órtico típico, em Diamantina, Minas Gerais. Os autores observaram que a adubação nitrogenada influenciou negativamente a produção de sementes e explicaram o fato pelo teor de matéria orgânica do solo, que provavelmente foi suficiente para disponibilizar as quantidades exigidas de N pela cultura. Os níveis crescentes da adubação funcionaram como excesso, acarretando resultados negativos.

Em relação às doses de superfosfato simples sob as variáveis produção planta⁻¹ (Figura 5A), número de sementes planta⁻¹ (Figura 5B) e peso das sementes planta⁻¹ (Figura 5C), observou-se efeito linear. A produção planta⁻¹ aumentou 18,34% em comparação ao peso de 296,55 g na ausência da adubação fosfatada e 363,17 g ao estimar a dose de 180 kg de superfosfato simples ha⁻¹. O número de sementes planta⁻¹ cresceu 21,37%, de 364,51g para 463,60g, enquanto que nos resultados da produção de sementes, observou-se o incremento de 18,89% em relação aos resultados estimados para plantas que não foram fertilizadas e as que receberam a maior dose de 180 kg de superfosfato simples ha⁻¹.

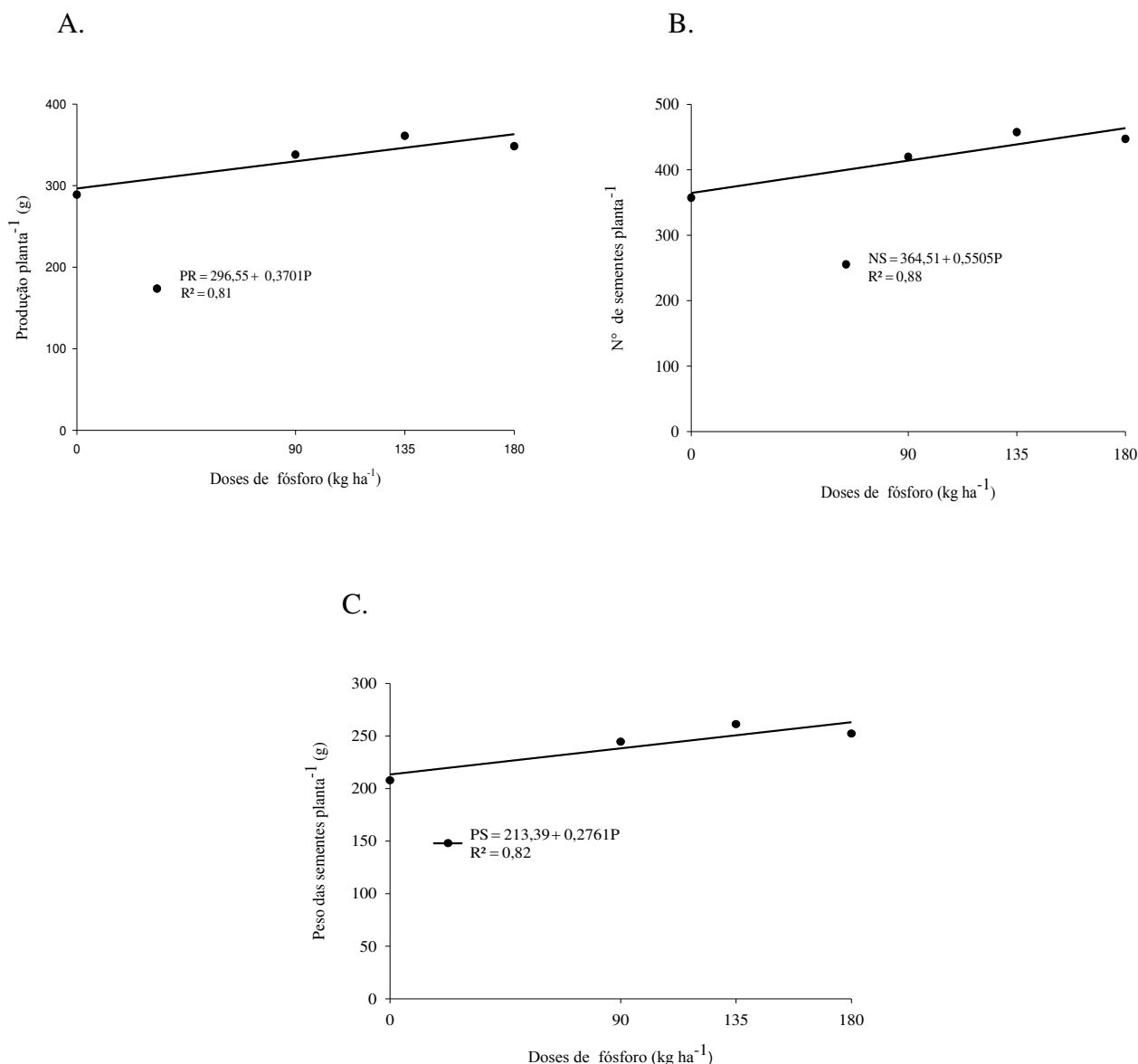


Figura 5. Efeito das doses de adubação de superfosfato simples sob a produção planta⁻¹ (A), número de sementes planta⁻¹ (B) e peso das sementes planta⁻¹ (C) de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015.

Na fase de formação dos frutos, é essencial que na solução do solo haja quantidades adequadas de macro e micronutrientes, principalmente N e P, por participarem diretamente da formação de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP e diversos outros elementos (MENGEL & KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 2002; TAIZ & ZEIGER, 2004). De acordo com Malavolta et al. (1997) o fósforo ainda faz parte da estrutura das plantas, compondo membranas (fosfolipídios) e ésteres de carboidratos. Laviola & Dias (2008) relatam que o P é o nutriente mais limitante sob a formação de frutos de pinhão-manso e é extremamente importante por influenciar a formação de sementes e segundo Akbarian et al. (2010), elevar os teores de óleo.

Diante do exposto pode-se proferir que as variáveis produção planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹ e peso das sementes planta⁻¹ de pinhão-mansão, responderam às doses de superfosfato simples, mostrando-se assertiva aos resultados da literatura, que apontam a ligação da formação de frutos e sementes com a adubação fosfatada.

Porém a produção planta⁻¹, o número de sementes planta⁻¹ e a produção de sementes planta⁻¹ foram mais elevados com acréscimos na ordem de 17,44%, 14,81 e 17,26% ao adubar com esterco bovino. Sugere-se então aumentar as doses de superfosfato simples, para promover resultados mais satisfatórios, visto que as respostas das variáveis produção planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹ e peso das sementes planta⁻¹ foram lineares ao aumento progressivo à adubação fosfatada.

Plantas de pinhão-mansão cultivadas sob ambiente protegido e irrigadas com diferentes águas residuárias e adubação fosfatada, foram analisadas por Leite, et al. (2014). A produção de pinhão-mansão foi verificada com as melhores resposta quando utilizou-se 200 kg ha⁻¹ de superfosfato simples para o peso das sementes, 400 kg ha⁻¹ para peso seco dos frutos e 300 kg ha⁻¹ para o número de frutos planta⁻¹. Avaliando cinco doses de superfosfato simples (0, 100, 200, 400 e 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹), sob a produção de grãos de pinhão-mansão, Silva et al. (2015) observaram comportamento quadrático com a máxima eficiência física de 798 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de grãos ao utilizar 414 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de superfosfato simples.

O estudo desenvolvido por Erasmo et al. (2009), com plantas de pinhão-mansão em área de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, testando níveis de adubação fosfatada, observaram após 395 dias do transplântio das mudas, que a dose de 58,2 mg dm⁻³ de P correspondeu a variável produção de sementes, o maior incremento em relação ao tratamento controle, com diferença de 175%.

Sobre as doses combinadas de fertilizante fosfatado e adubo orgânico utilizados nesta pesquisa, observou-se na ausência das adubações com superfosfato simples e esterco bovino, a melhor resposta na variável maturação dos frutos planta⁻¹, com o amadurecimento do cacho por volta dos 43,24 dias. Este valor representa a diferença de 55,78% ao comparar com os resultados obtidos na ausência das doses de superfosfato simples e a dose estimada de 5,73 t ha⁻¹ de esterco bovino e 51,56% na ausência da dose de superfosfato simples e a dose de 8 t ha⁻¹ de esterco bovino. Sendo assim, a adubação a qual às plantas de pinhão-mansão foram submetidas, não influenciaram positivamente na diminuição do período de amadurecimento dos frutos planta⁻¹ (Figura 6A).

No que diz respeito a variável número de frutos cacho⁻¹ observa-se na Figura 6B que na ausência das doses de superfosfato simples e a dose estimada de 6,71 t de esterco bovino ha⁻¹, verificou-se o máximo valor na ordem de 9,14 frutos cacho⁻¹, representando um incremento de 74,95% ao comparar

com a ausência da adubação com esterco bovino e superfosfato simples que proporcionou apenas 2,29 frutos cacho⁻¹.

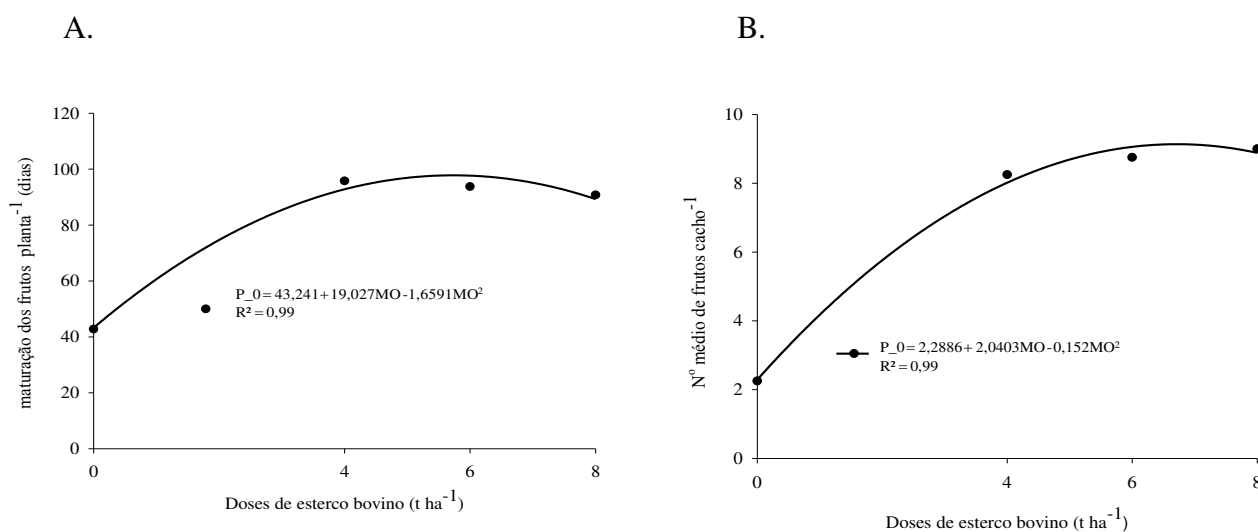


Figura 6. Efeito das doses de esterco bovino em função das doses de superfosfato simples para as variáveis maturação dos frutos planta⁻¹ (A) e número de frutos cacho⁻¹ (B) de pinhão-manso. Campina Grande – PB, 2015.

Segundo Larcher (2004), o período de amadurecimento e o ponto de colheita dos frutos são, sobretudo, influenciados pelas condições do clima, que pode atrasar ou acelerar os processos de maturação e envelhecimento do fruto. Fernandes et al. (2013) avaliando tipos de adubação (composto orgânico I, composto orgânico II, adubo mineral e esterco de curral), sob o período de maturação dos frutos do pinhão-manso, constataram independência da fonte de adubação no tempo registrado, desde a emissão das inflorescências até a maturação fisiológica dos frutos.

O pinhão-manso ainda é uma planta não domesticada. No Brasil, as pesquisas são voltadas à obtenção de um cultivar e o conhecimento de manejos mais adequados para a espécie e outros estudos são direcionados ao desenvolvimento de genótipo de menor porte, atóxico e com frutos de maturação uniforme, através do melhoramento genético (ARRUDA et al., 2004). Diante disto, a ausência de respostas à maturação dos frutos de pinhão-manso, submetidos a diferentes doses de adubação fosfatada e com esterco bovino, pode ser explicada em partes pela maturação dos frutos está relacionado com aspectos genéticos e não diretamente vinculados a adubação.

A ausência de implicações positivas das combinações de esterco bovino e superfosfato simples sob a maturação dos frutos planta⁻¹ pode ter sido devido o material genético utilizado, pois cada planta possui suas características peculiares e como o pinhão-manso ainda não é considerada cultivar, numa população de *Jatropha curcas* L. manejadas semelhantemente, ainda pode existir uma

grande variabilidade quanto aos aspectos produtivos Fernandes, et al.(2013). Isso pode ter sido refletido nos resultados desta pesquisa, mas, por outro lado, é importante ressaltar que independente da carga genética das plantas avaliadas, a maioria das variáveis de produção responderam positivamente às adubações com esterco bovino e com superfosfato simples.

4. CONCLUSÕES

As doses de esterco bovino influenciaram as variáveis de produção: número de cachos planta⁻¹; produção planta⁻¹; florescimento; número de frutos planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹; e o peso de sementes planta⁻¹, obtendo os melhores resultados ao utilizar 7,58 t ha⁻¹, 7,44 t ha⁻¹, 6,48 t ha⁻¹, 7,22 t ha⁻¹, 7,09 t ha⁻¹ e 7,41 t ha⁻¹. A dose isolada de superfosfato simples influenciaram a produção planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹ e o peso de sementes planta⁻¹, com valores máximos estimados, ao utilizar 180 kg ha⁻¹, no entanto, a adubação com esterco bovino mostrou-se mais responsiva à essas variáveis. As adubações associadas de superfosfato simples e esterco bovino não promoveram à variável maturação dos frutos bons resultados e para o número de frutos cacho⁻¹ obteve-se o maior valor na ausência do superfosfato simples e a dose de 6,71 kg de esterco bovino ha⁻¹.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKBARIAN, M. M.; MODAFEBEHZADI, N.; BAGHERIPOUR, M. A. Study of fertilizer (NPK) effects on yield and triglycerids in *Jatropha (Jatropha Curcas)*. *Plant Ecophysiology*, v.2, p.169-172, 2010.
- ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L.S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o Semiárido Nordeste. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799, 2004.
- BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; SCHERER, A. Mycorrhizal effectiveness on physic nut as influenced by phosphate fertilization levels. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.36, n.1, p.23-32, 2012.
- BANGZHEN, P.; ZENGFU, X. Benzyladenine treatment significantly increases the seed yield of the biofuel plant *Jathopha curcas*. *Jounal of Plant Growth Regulation*, v.30, p.166-174, 2011.
- BEHERA, S. R.; SRIVASTAVA, P.; TRIPATHI, R.; SINGH, J. P.; SINGH, N. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass: A case Study. *Biomass Bioenergy*, v.34, p.31-41, 2010.

BRITO, K. S. A.; LAIME, E. M. O.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, D. C. S. Crescimento e produção de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e doses de matéria orgânica. Engenharia Ambiental, v. 10, n. 1, p. 134-142, 2013.

COROMOTO, A.; CAMARGO, R. de.; SANTOS, E. de P.; COSTA, T. R. da.; SILVA, P. A. Produção de mudas de pinhão mansô (*Jatropha curcas* L.) em diferentes substratos e tamanhos de embalagens. Agropecuária Técnica – v. 31, n. 2, p 119–125, 2010.

DURÃES, F. O. M.; LAVIOLA, B. Pinhão Manso: Oleaginosa potencial para o biodiesel. Jornal Agroenergia, edição especial, Embrapa Agroenergia, 2009. 8p. Disponível em: <http://www.cnpae.embrapa.br>. Acesso em: 20 Nov. 2014.

ERASMO, E.A.L.; MATA, J.F.; FIDELIS, R.R.; SANTOS, G.R.; SILVA, A.A. Desenvolvimento de plantas de pinhão mansô em resposta à adubação fosfatada (1º ano). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA EM PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF, 2009. CD-ROM.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.;DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. Fenologia e produção do pinhão-mansô cultivado com diferentes fontes de adubação. Revista Ciência Agronômica, v. 44, n. 2, p. 339-346, 2013.

FREIBERGER, M. B.; GUERRINI, I. A.; CASTOLDI; GUSTAVO. Nutrição e adubação NPK para a cultura do pinhão mansô no Brasil. Scientia Agraria Paranaensis - SAP Mal. Cdo. Rondon, v. 12, n. 3, p.157-166, 2013.

FREIBERGER, M, B.; GUERRINI, I, A.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L, G. Adubação fosfatada no crescimento e na nutrição de mudas de pinhão-mansô. Revista Brasileira de Ciência no Solo, v.38, p.232-239, 2014.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. Revista Árvore, Viçosa v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GUSMÃO, C.A. G. Desempenho do pinhão mansô (*Jatropha curcas* L.) de segundo ano submetido a diferentes doses de NPK. 2010. 81p. (Dissertação de mestrado) – Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros- UNIMONTES.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos, SP: Rima Artes, 2004. 531 p.

LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A.; GURGEL, F. L.; ROSADO, T. B.; COSTA, R. D., BARROS, R. R. Estimate of genetic parameters and predicted gains with early selection of physic nut families. Ciência e Agrotecnologia, v.36, n.2, p.163-170, 2012.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-mansô. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.

LEITE, P. G.; AZEVEDO, C. A. V. de.; MARQUES, J. I.; MARTINS, J. J. A. Produção do pinhão manso sob adubação fosfatada e irrigação com água residuária. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. Anais..., Campo Grande- MS, 2014.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; CAZETTA, J. O.; AZEVEDO, C. A. V.; SOFIATTI, V.; ARRIEL, N. H. C. Redistribuição de nutrientes em folhas de pinhão-manso entre estádios fenológicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.1175–1179, 2011.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 3, p. 480-486, 2006.

MAES, W. H.; TRABUCCO, A.; ACHTEN, W. M. J.; MUYS, B. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. *Biomass & bioenergy*, v. 33, p.1481-1485, 2009.

MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARE, J. C. Adubos e adubações. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. 722p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 3 ed. London: Academic, 2002. 889p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. 5. Ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1987. 849p.

MOHAPATRA, S.; PANDA, P. K. Effects of Fertilizer Application on Growth and Yield of *Jatropha curcas* L. in an Aeric Tropaquept of Eastern India. *Notulae Scientia Biologicae*, v. 3, n. 1, p. 95-100, 2011.

NERY, A. R.; ROGRIGUES, L. N.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; FERREIRA, D. J. L. Produção do segundo ciclo do pinhão-manso irrigado com águas salinizadas em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.5, p.531–536, 2013

NÓBREGA, J. A.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; LIMA, V. L.; GOUVEIA NETO, G. C. Crescimento do pinhão-manso sob irrigação com água salina e adubação orgânica em condições de campo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.7, n.1, p.60-61, 2012.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, MG: Ed. UFV, p.300. 1999.

PEREIRA, J. C. S.; FIDELIS, R. R.; ERASMO, E. A. L.; SANTOS, P. M.; BARROS, H. B.; CARVALHO, G. L. Florescimento e frutificação de genótipos de pinhão-manso sob doses de fósforo no cerrado da Região Sul do Tocantins. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v.2, n.2, p.28-36, 2011.

PRATES, F. B. S.; LUCAS, C. S. G.; SAMPAIO, R. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; FERNANDES, L. A.; ZUBA JÚNIO, G. R. Crescimento de mudas de pinhão-mansinho em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.2, p.207-213, 2012.

QUEIROZ, J.A.L.; MELÉM JÚNIOR, N.J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.23, n.2, p. 460-462, 2001.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; BELTRÃO, N. E. M. Formação do sistema radicular de plantas de pinhão-mansinho propagadas por mudas, estacas e sementes. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007, (Comunicado Técnico, 348).

SILVA, J. C.; COSTA, R. D.; COSTA, J. Z.; TRENHAGO, E. D.; OLIVEIRA, F. S.; MARANA, J.; LAVIOLA, B. G. Poda de manutenção em pinhão-mansinho. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa de Pinhão-mansinho. Anais..., Brasília, CD Rom. 2011.

SILVA, J. T. A. da.; SIMÃO, F. R.; ALVES, J. J. M. Desenvolvimento vegetativo e produção do pinhão-mansinho em resposta à adubação fosfatada. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 62, n.3, p. 319-322, mai-jun, 2015.

SILVA, P.C.C.; COUTO, J.L.; SANTOS, A.R. Absorção dos íons amônio e nitrato e seus efeitos no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, v.10, n.2, p.97-104, 2010.

SOUSA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G.; NASCIMENTO, E. C. S. Componentes de produção de pinhão-mansinho irrigado com água de diferentes condutividades elétricas e doses de fósforo. *Ciência Rural*, v.42, n.6, p.1007-1012, 2012.

SOUSA, A. E. C.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; UYEDA, C. A. Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão-mansinho submetido a estresse salino e adubação fosfatada. *Revista Caatinga*, v.25, n.2, p. 144-152, 2012 a.

SOUSA, A. E. C.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; UYEDA, C. A. Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão-mansinho submetido a estresse salino e adubação fosfatada. *Revista Caatinga*, v.25, n.2, p.144-152, 2012b.

SOUZA, P. T. de. Adubação NPK no crescimento e produção de pinhão mansinho. 2010. 33 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

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

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J. & YASUDA, E.K. Cultivo de pinhão-mansinho para produção de biodiesel. Viçosa, MG. CPT, 2007. 220p.

XAVIER, J. F.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; FERNANDES, J. D.; MELO, D. F.; LEITE, P. G. Crescimento e produção de *Jatropha curcas* sob efeito residual da adubação fosfatada após a poda. In: II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING. Anais..., Fortaleza, CE. p.455-463, 2014.

YONG, J. W. H. et al. Effect of fertilizer application on photosynthesis and oil yield of *Jatropha curcas* L. *Photosynthetica*, v. 48, n. 2, p. 208-218, 2010.