



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Pós – Graduação em Engenharia Agrícola
Área de Concentração em Irrigação e Drenagem



SILVANETE SEVERINO DA SILVA

**DEFINIÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA
PARA A CULTURA DO PINHÃO-MANSO EM CONDIÇÕES IRRIGADAS**

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO DE 2015

SILVANETE SEVERINO DA SILVA

**DEFINIÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA
PARA A CULTURA DO PINHÃO-MANSO EM CONDIÇÕES IRRIGADAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração:

Engenharia de Irrigação e Drenagem

Orientador:

Prof. Dr. José Dantas Neto – UFCG/CTRN/UAEAg

CAMPINA GRANDE, PB

FEVEREIRO DE 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Pós – Graduação em Engenharia Agrícola
Área de Concentração em Irrigação e Drenagem



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

Silvanete Severino da Silva

**DEFINIÇÃO DE RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA
PARA A CULTURA DO PINHÃO-MANSO EM CONDIÇÕES IRRIGADAS**

Aprovada em: 24 de fevereiro de 2015

Banca Examinadora

Parecer

Prof. Dr. José Dantas Neto
– Orientador –

Prof. Dr. Carlos Azevedo Vieira de Azevedo
– Examinador –

Prof. Dr. Roberto Vieira Pordeus
– Examinador –

Dr.^a. Rosiane de Lourdes Silva de Lima
– Examinadora –

**CAMPINA GRANDE, PB
FEVEREIRO DE 2015**

A DEUS, que me ordenou ser forte. Forte e corajosa. E assim, nunca me deixou. Nunca me abandonará.

Dedico

A minha mãe, *Maria José*, irmã *Albaniza Maria* e ao meu filho *Heron Carlos*, por darem luz e alegria ao meu viver. Por contribuírem para que alcance esse objetivo, pela amizade e por estarem sempre ao meu lado. Obrigado por sua presença nos momentos em que estive ausente e pelo amor tão abundante. Vocês são eternos em meu coração.

Tomei a decisão de fingir que todas as coisas que até então haviam entrado na minha mente não eram mais verdadeiras do que as ilusões dos meus sonhos.

René Descartes

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Campina Grande, particularmente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso e por me proporcionar uma formação profissional e humana.

Ao meu filho **Heron Carlos da Silva Santos**, por me dar força pra viver. A minha família que me apoiou em todas minhas decisões: minha mãe Maria José Severino; meus irmãos, **Ciro Severino da Silva**, **Arlindo de Souza Filho** e em especial a minha irmã **Albaniza Maria da Costa**, pela amizade incondicional.

A meu querido AMIGO e Professor **Roberto Vieira Pordeus**, pela paciência, pelas oportunidades, dedicação e uso de seus conhecimentos. Dedico a você minha amizade.

Ao Professor Dr. **José Dantas Neto**, pela importante ajuda, orientação, estímulo, atenção, paciência e dedicação durante este trabalho e pelos ensinamentos por ocasião do curso.

A todos os professores da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, pelos bons ensinamentos durante este ano de curso. Agradeço também a todos os professores das instituições de ensino por onde passei.

Aos examinadores: Professor **Dr. Carlos Azevedo Vieira de Azevedo**, Professor Dr. **Roberto Vieira Pordeus** e a **Rosiane de Lourdes Silva de Lima**, pelas providenciais contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

A todos os funcionários da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola e em especial: Sr. **Geraldo**, Sr^a. **Marlene** e Sr. **Edil** por terem me acolhido e dedicado zelo.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

A Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e às pessoas que ali trabalham, pelas informações prestadas e apoio aos alunos deste centro.

Aos amigos: **André Alisson Rodrigues da Silva**, **Arsênio Pessoa de Melo Júnior**, **Alberto Calado**, **Betânia Rodrigues**, **Claudinete Costa**, **Franklin Gomes Correia**, **Joel Medeiros**, **Luciano Saboya Falle** e **José Marcelo Cordeiro Possas**.

Enfim, agradeço a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para minha qualificação profissional.

OBRIGADO

Sumário	
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT:.....	vi

CAPITULO I - Introdução geral e revisão de literatura.....1

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	2
1.1 .OBJETIVOS	4
1.1.1. Obtivos Geral.....	4
1.1.2. Objetivos Especificos	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1.Aspectos Gerais da Cultura	5
2.2.Importância Econômica.....	8
2.3. Exigências Nutricionais.....	8
2.4. Adubação orgânica e fosfatada.....	11
2.5. Irrigação.....	12
3.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

**CAPITULO II - Definição de recomendações de adubação orgânica e fosfatada para
a cultura do pinhão-manso em condições irrigadas 19**

RESUMO.....	20
ABSTRACT	211
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	213
2.1.Descrição da estrutura experimental e funcionamento do sistema.....	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	238
4.CONCLUSÕES.....	3042
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

CAPITULO III - Resposta da cultura do pinhão-manso a adubação orgânica e fosfatada em condições irrigadas	46
RESUMO.....	47
ABSTRACT	47
1.INTRODUÇÃO	48
2.MATERIAL E MÉTODO	50
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	503
4. CONCLUSÕES.....	63
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	634
CAPÍTULO IV	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	68

LISTA DE FIGURAS

Pág.

CAPITULO II

Figura 1– Localização da unidade experimental do pinhão manso, Campina Grande – PB, 2013..... 24

Figura 2. Controle da germinação de sementes em plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada.....26

Figura 3. Evolução das fases fenológicas de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada. (A) aos 60 DAT, (B) aos 90 DAT, (C) aos 120 DAT, (D) aos 150 DAT, (E) aos 180 DAT e (F) aos 210 DAT. Campina Grande – PB, 2014.....27

Figura 4– Diâmetro caulinar planta⁻¹ de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 60 DAT (2A); 90 DAT (2B); 120 DAT (2C); 150 DAT (2D); 180 DAT (2E); e 210 DAT (2F)..... 30

Figura 5– Altura de plantas planta-1 de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 60 DAT (2A); 90 DAT (2B); 120 DAT (2C); 150 DAT (2D); 180 DAT (2E); e 210 DAT (2F)..... 33

Figura 6 – Número de folhas planta-1 de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 60 DAT (2A); 90 DAT (2B); 120 DAT (2C); 150 DAT (2D); 180 DAT (2E); e 210 DAT 36

Figura 7 – Número de ramos planta-1 de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 90 DAT (2A); 120 DAT (2B); 150 DAT (2C); 180 DAT (2D); e 210 DAT (2E) 38

Figura 8– Área foliar de plantas planta-1 de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 60 DAT (2A); 90 DAT (2B); 120 DAT (2C); 150 DAT (2D); 180 DAT (2E); e 210 DAT (2F).....41

Figura 9– Área foliar de plantas planta-1 de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 150 DAT (D); e 180 DAT (2E)41

CAPITULO II

Figura 1– Precipitação pluviométrica e temperaturas médias registradas no período de janeiro de 2013 a janeiro de 2014, Campina Grande-PB. 51

Figura 2 – Altura de planta⁻¹ (9A), número de ramos planta⁻¹ (9B), diâmetro caulinar planta⁻¹ (9C) e área foliar planta⁻¹ (9D) de plantas de pinhão-manso em resposta a aplicação conjunta de matéria orgânica e fósforo em condições de vaso..... 54

Figura 3 - Número de inflorescências planta⁻¹ (A), número de frutos planta⁻¹ (10B), número de cachos planta⁻¹ (10C) e número de frutos cacho⁻¹ (10D) de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada..... 58

Figura 4 - Massa média do fruto planta⁻¹ (11A), número de sementes frutos⁻¹ (11B), número de sementes planta⁻¹ (11C) e massa total de sementes planta⁻¹ (11D) de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada.. 62

LISTA DE TABELAS

Pág.

CAPITULO I

Tabela 1- Estimativa de extração de macro e micronutrientes pela produção de frutos de acordo com a produção esperada de sementes nos respectivos anos de cultivo..... 09

Tabela 2- Concentração de macro e micronutrientes de folhas e frutos de pinhão-manso. 09

Tabela 3- Exportação de macro e micronutrientes por meio da casca de frutas, sementes, frutas inteiras e do pinhão manso. 10

CAPITULO II

Tabela 1- Localização da unidade experimental do pinhão-manso, Campina Grande – PB, 2013.. 25

Tabela 2 - Consumo de água para o primeiro ciclo da cultura do pinhão-manso. 25

Tabela 3 – Resumo da análise de variância e quadrados médios para Diâmetro Caulinar (DC) de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Campina Grande – PB, 2014..... 28

Tabela 4– Resumo da análise de variância e quadrados médios da Altura da Planta (ALT) de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura.. 33

Tabela 5 – Resumo da análise de variância e quadrados médios para Número de folhas (NF) de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Campina Grande – PB, 2014.....
..... 34

Tabela 6 - Resumo da análise de variância e quadrados médios para Número de ramos (NR) de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Campina Grande – PB, 2014..... 37

Tabela 7 - Resumo da análise de variância e quadrados médios para Área foliar ($AF_{30\%}$) de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Campina Grande – PB, 2014
..... 38

CAPITULO III

Tabela 1 – Características químicas do solo da área de cultivo do pinhão-manso..... 51

Tabela 2– Altura de planta (AP), número de folhas planta⁻¹ (NFP), número de ramos planta⁻¹ (NRP), diâmetro caulinar planta⁻¹(DCP) e área foliar planta⁻¹ (AFP) de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada..
..... 53

Tabela 3 - Número de inflorescências planta⁻¹, número de frutos planta⁻¹, número de cachos planta⁻¹ e número de frutos cacho⁻¹ de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada.....57

Tabela 4 - Massa média dos frutos¹ (MTF), número de sementes fruto⁻¹ (NSF), número de sementes planta⁻¹ (NSP) e massa das sementes planta⁻¹ (MSP), de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada.....60

SILVA, S. S. da. **Definição de recomendações de adubação orgânica e fosfatada para a cultura do pinhão-manso em condições irrigadas**. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

RESUMO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma oleaginosa que se apresenta como nova alternativa para o fornecimento de óleo, no entanto ainda são necessárias informações técnicas científicas a respeito da deficiência de recomendações de adubação orgânica e fosfatada. O objetivo da pesquisa foi avaliar a viabilidade de diferentes sugestões de adubação orgânica e fosfatada no crescimento vegetativo e componentes de produção de plantas de pinhão-manso. Neste sentido será conduzido uma unidade experimental com tratamentos de combinação fatorial 4 x 4, sendo os fatores constituídos por 4 recomendações de adubação orgânica: ausência de adubação (0 t ha^{-1}), dose recomendada (4 t ha^{-1}), uma vez e meia a dose recomendada (6 t ha^{-1}) e duas vezes a dose recomendada (8 t ha^{-1}), e 4 recomendações de adubação fosfatada (ausência do fertilizante fosfatado (0); dose recomendada (90 kg ha^{-1}); uma vez e meia a dose recomendada (135 kg ha^{-1}) e duas vezes a dose recomendada (180 kg ha^{-1}). Avaliaram-se o crescimento aos 60, 90, 120, 150, 180 e 210 Dias Após o Transplântio (DAT) para os containers, através da mensuração da altura da planta⁻¹, diâmetro caulinar, número de folhas planta⁻¹, área foliar planta⁻¹ e número de ramos totais planta⁻¹ e aos cento e oitenta DAT das mudas para os vasos foram mensuradas as variáveis de crescimento e componentes de produção, incluindo: a altura da planta, número de ramificações, diâmetro caulinar, área foliar, número de inflorescências, número de frutos, número de cachos, número de frutos por cachos, massa de frutos, número de sementes por frutos, número de sementes por planta e massa total de sementes por planta foram influenciados pelas recomendações de adubação. A recomendação de adubação orgânica e fosfatada sugerida pelo laboratório de análise de solo (4 t ha^{-1} de matéria orgânica e 90 kg ha^{-1} de fósforo) foi insuficiente para a obtenção de plantas produtivas. O uso isolado de matéria orgânica na adubação da cultura do pinhão-manso promove efeitos positivos sobre as variáveis de crescimento e componentes de produção. A aplicação de uma vez e meia a dose de fertilizante recomendada pelo laboratório de análises de solo de matéria orgânica, o correspondente a 6 t ha^{-1} de esterco bovino, isolada, ou associada a 135 kg ha^{-1} de P, é suficiente para suprir a demanda nutricional quanto a N e P no primeiro ano de cultivo. A adubação fosfatada associada à adubação orgânica influenciou significativamente a altura da planta, o número de ramificações, o diâmetro caulinar, a área foliar, a produção de sementes por planta e a massa total de sementes de plantas de pinhão-manso.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., oleaginosa, recomendação de adubação.

SILVA, S. S. da. **Definition of organic and phosphate fertilizer recommendations for jatropha cultivation in irrigated conditions.** 2015. 82 f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Federal University of Campina Grande, Center for Technology and Natural Resources. Campina Grande, PB.

ABSTRACT

The jatropha (*Jatropha curcas* L.) is an oilseed that is presented as a new alternative for the supply of oil, yet they are still necessary scientific technical information regarding disability of organic and phosphate fertilizer recommendations. The objective of the research was to evaluate the feasibility of different suggestions of organic and phosphate fertilization on vegetative growth and jatropha plants produce components. In this sense an experimental unit with factorial combination of treatments 4 x 4 will be conducted, and the factors consisting of 4 recommendations of organic fertilizer: without fertilization (0 t ha⁻¹), recommended dose (4 t ha⁻¹), since and half the recommended dose (6 t ha⁻¹) and twice the recommended dose (8 t ha⁻¹), and 4 phosphate fertilizer recommendations (absence of phosphate fertilizer (0), recommended dose (90 kg ha⁻¹), one and a half times the recommended dose (135 kg ha⁻¹) and twice the recommended dose (180 kg ha⁻¹). We evaluated the growth at 60, 90, 120, 150, 180 and 210 days after transplanting (DAT) for containers, by measuring the plant-1 height, stem diameter, number of leaves plant-1, leaf area plant-1 and the number of plant-1 total branches and one hundred and eighty DAT seedlings to pots were measured growth variables and yield components, including: plant height, number of branches, stem diameter, leaf area, number of inflorescences, number of fruits, number of clusters, number of fruits per cluster, fruit weight, number of seed per fruit, number of seeds per plant and total weight of seeds per plant were affected by fertilizer recommendations. The recommendation of organic and phosphate fertilizer suggested by soil analysis laboratory (4 t ha⁻¹ of organic matter and 90 kg phosphorus ha⁻¹) was insufficient to obtain productive plants. The isolated use of organic matter in jatropha crop fertilization promotes positive effects on growth variables and yield components. Applying a fertilizer and a half of the dose recommended by laboratory soil organic matter analysis, corresponding to 6 t ha⁻¹ cattle manure, isolated or associated to 135 kg ha⁻¹ P, it is sufficient to provide nutrient demand as N and P in the first year of cultivation. The phosphorus fertilization associated to organic fertilization significantly influenced plant height, number of branches, the stem diameter, leaf area, seed production per plant and the total mass of seeds of *Jatropha* plants.

Keywords: *Jatropha curcas* L., crop, fertilizer recommendation.

CAPITULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO GERAL

Com a constante demanda dos recursos naturais associados à preocupação ambiental, tem se pesquisado novas fontes alternativas de energia voltadas para a preservação de modo sustentável. Neste sentido, estudos que viabilizem a utilização de plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa promissora para a produção de biodiesel tem se tornado cada vez mais relevante tanto no âmbito nacional bem como internacional.

O pinhão-manso é uma planta perene pertencente à família *Euphorbiaceae* de origem bastante contraditória. De acordo com a literatura esta oleaginosa possivelmente seja originada de países como Américas do Sul e Central, África e parte da Ásia (Basha et al., 2009; Silva et al., 2009). No Brasil, a distribuição geográfica é vasta, devido à sua rusticidade e resistência a longas estiagens (Arruda et al., 2004; Saturnino et al. 2005; Pereira et al., 2011), sendo adaptável a condições edafoclimáticas muito variáveis, desde a região Nordeste, Sudeste e Sul, principalmente no estado do Paraná.

Embora seja uma espécie tolerante a seca, adaptada à semiaridez, exigente em calor e luminosidade, sua produtividade é dependente da irrigação e fertilidade do solo. De acordo com Drumond et al. (2010), obtiveram produtividades de pinhão-manso em torno de 1.200 kg ha⁻¹, sob condições irrigadas, já no primeiro ano de cultivo em Petrolina-PE.

Diversas sugestões de adubação orgânica e fosfatada fornecidas pelos laboratórios de análise de fertilidade do solo têm sido testadas para diversas culturas. Entretanto, na maioria das vezes estas recomendações não tem sido suficientes para que a planta desenvolva todo seu potencial produtivo. São escassos os trabalhos que correlacionam recomendações de adubação com o crescimento, produção e nutrição mineral da cultura do pinhão-manso.

A matéria orgânica é um condicionador de solo bastante utilizado na agricultura, pois além de fornecer quantidades de nutrientes satisfatórias de modo gradativo às plantas este fertilizante atua diretamente sobre as propriedades químicas e físicas do substrato favorecendo o equilíbrio da disponibilidade de nutrientes às plantas (MELÉM JUNIOR et al., 2011).

O esterco bovino tem sido mencionado como uma excelente fonte de matéria orgânica para a adubação das culturas principalmente por atuar sobre a densidade aparente (Canellas & Santos, 2005), retenção de umidade (Cooper et al., 2010), aeração (Lima et al., 2011a), disponibilização de nutrientes minerais em particular o nitrogênio (N) (Guimarães

et al., 2006), além de manter atividades biológicas adequadas ao meio de cultivo (Lima et al., 2011a), ser obtido a baixo custo e geralmente se encontrar nas proximidades das lavouras.

A aplicação de matéria orgânica como técnica de fertilização de plantas já tem se consagrado na literatura para o cultivo de diversas espécies. Laviola et al. (2007), afirmaram que a recomendação de adubação de uma cultura depende das demandas nutricionais das plantas para o crescimento vegetativo e reprodutivo, devendo sempre seguir as recomendações da análise química completa do solo, acrescentando o teor de matéria orgânica.

Quanto ao fósforo (P), diversos trabalhos de pesquisa relatam que este macronutriente influencia o crescimento e os componentes de produção desta oleaginosa (Martins et al., 2010; Prates et al., 2012; Freiburger et al., 2014; Santo et al., 2014). Apesar de sua importância sobre a produtividade e teor de óleo das sementes, as recomendações de adubação fosfatada existentes para esta cultura ainda não se correlacionam com os níveis disponíveis na solução do solo, sendo sugeridas em sua maior parte em função daquelas existentes para outras culturas como a mamoneira, o que faz o sistema produtivo ser pouco eficiente.

Segundo Carvalho et al. (2013), a aplicação de 50 kg ha^{-1} de P em condições de campo e solo de baixa fertilidade tem propiciado a obtenção de elevada produtividade quando associada a irrigação. Em condições de vaso (Santo et al., 2014) recomendam aplicar $162,35 \text{ mg dm}^{-3}$ de P para garantir o bom crescimento e produção da planta. Entretanto, a sugestão de adubação testada pelos autores não se correlacionaram com as recomendações de adubação sugeridas pelo laboratório de análise de solo da região, o que pode comprometer em parte o nível de resposta que a cultura poderia fornecer, além de não disponibilizar para os produtores recomendações consolidadas de adubação fosfatada conforme a faixa de fertilidade do solo.

De forma geral, as recomendações de adubação orgânica e fosfatada têm sido realizadas conforme sugestões disponíveis para outras culturas, o que têm tornado o sistema pouco produtivo. Neste sentido o desenvolvimento de estudos que viabilizem a definição de recomendações de adubação para cada faixa de fertilidade do solo se tornam imprescindíveis para o pleno desenvolvimento desta oleaginosa.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade de diferentes sugestões de adubação orgânica e fosfatada no crescimento vegetativo e componentes de produção de plantas de pinhão-mansão.

1.1.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar a dose de adubação orgânica e fosfatada favorável ao crescimento;
- ✓ Avaliar a influência da adubação sobre o crescimento vegetativo e componentes de produção de plantas de pinhão-mansão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da cultura

O pinhão-manso é uma planta de origem tropical, mas pode também ser cultivada em regiões temperadas, explorada no continente americano desde a época pré-colombiana, porém ainda não é uma espécie totalmente domesticada (Araújo e Souza, 2008; Laviola & Dias 2008). Trata-se de uma cultura perene cuja produção se inicia no décimo mês após o plantio, ocorrendo aumento progressivo de produção estabilizando-se a partir do quarto ou quinto ano (Drumond et al., 2010; Sujatha et al., 2009).

É um arbusto ou arvoreta vivaz, podendo chegar a três metros de altura e em condições especiais alcança seis a doze metros, exibindo diâmetro do tronco de aproximadamente 20 cm (Tominaga et al., 2007). Para os autores, suas raízes são consideradas curtas e pouco ramificadas, de caule liso com lenho mole e medula desenvolvida, porém pouco resistente; floema com longos canais que se estende até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso que corre com abundância de qualquer ferimento.

Possui flores masculinas, femininas e hermafroditas, com floração descontínua e frutos da mesma inflorescência de idades diferentes (Alves et al., 2008), suas folhas são alternadas e de pecíolo longo, são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior (Medeiros et al., 2011). De acordo com **Castro Neto (2009)**, as folhas do pinhão-manso perdem-se quando termina a estação chuvosa ou durante a estação fria (outono e inverno) classificando-a em uma planta caducifólia, caduca ou decídua, armazenando água sem perder praticamente nada pela evaporação. De acordo com este autor, o tronco apresenta divisões na base, com compridos ramos e numerosas cicatrizes quando ocorre queda de folhas na estação seca.

Segundo Saturnino et al., (2005) e Drumond et al., (2010), o pinhão-manso é uma planta oleaginosa rústica, perene, adaptável a diversos ambientes, cujas sementes são ricas em óleo e com potencialidades para fornecer matéria-prima para a síntese de biodiesel, conforme diversos autores (Lima et al., 2014a; Lima et al., 2014 b)

O fruto é capsular ovóide, quase redondo com extremidades achatadas apresentando quase diâmetro de até 7,8 mm e 0,76 g de massa quando todos os macronutrientes estão disponíveis (Lima et al., 2014a) na cor marrom escuro quando

maduro com três sementes escuras e lisas dentro das quais se encontra a amêndoa branca, rica em óleo, contendo o embrião fornido de dois largos cotilédones achatados (Coelho et al., 2005).

No Brasil, o pinhão-mansinho se adapta a condições edafoclimáticas variáveis, com sua distribuição geográfica indo desde o estado de São Paulo, Paraná (Peixoto, 1973; Arruda et al., 2004), Minas Gerais (Nunes, 2007), Goiás, junto com alguns estados da região Nordeste (Severino et al., 2007). Na região do Nordeste brasileiro torna-se uma opção agrícola, por ser uma espécie nativa e tolerante ao estresse hídrico podendo ser inserida no contexto da agricultura familiar, favorecendo a continuação do homem no campo (Castro Neto, 2010).

De acordo com Horschutz et al. (2012), o pinhão-mansinho surge como alternativas de relevante importância econômica e social, podendo ser exploradas em pequenas propriedades com a utilização da força de trabalho familiar, gerando renda aos pequenos produtores.

2.2. Importância econômica

O pinhão-mansinho é considerado uma das oleaginosas mais promissoras para ser utilizada na produção de biocombustível, já que, é uma fonte de energia renovável, que tem despertado o interesse de várias agências de desenvolvimento na substituição do petróleo pelo biodiesel (SUJATHA et al., 2005). Dentre as vantagens dessa matriz energética, o pinhão-mansinho gera benefícios econômicos, sociais e ambientais, na medida em que gera emprego e renda, diminuindo a emissão de gases de efeito estufa, além de aumentar as divisas do país (COSTA; HOESCHIL, 2006).

De acordo com Ferrari et al. (2009), o pinhão-mansinho produz cerca de 1.340 a 3.200 kg ha⁻¹ de frutos, com potencial para atingir 8.000 kg ha⁻¹. Enquanto que, Dalchiavon et al. (2008) analisaram a produtividade potencial de *Jatropha curcas* L. cultivada em lisímetros de drenagem em Tangará da Serra – MT, e relataram uma produtividade média de 0,536 kg de sementes por planta (595,4 kg ha⁻¹) logo nos primeiros meses de produção, considerando uma população de 1.111 plantas por hectare.

O alto teor de óleo nas sementes varia entre 27 a 35% quando se tem disponibilidade de água e nutrientes podendo ser cultivada de forma consorciada com culturas de milho, de feijão e arroz junto ao reflorestamento de áreas nativas (Ojewole e

Odebiyi, 1980; Munch e Kiefer, 1989; Sujatha e Dhingra, 1993; Arruda et al., 2004; Nunes, 2007). Contudo, os resíduos da produção do biodiesel podem ser usados como fertilizantes orgânicos e as cascas dos frutos depois da remoção das sementes podem substituir a lenha como combustível para cozinhar (Chies, 2014). Além disso, o óleo residual da torta, quando diluído em água é utilizado como biopesticida para pomares e jardins (Dange et al. 2006; Sharma 2006).

Para Saturnino et al. (2005), essa espécie obtém máxima produção quando cultivado em solos férteis e com precipitação de no mínimo 600 mm por ano, pois abaixo dessa marca a planta paralisa seu crescimento, porém consegue sobreviver com até 200 mm por ano. Como matriz energética o pinhão-manso apresenta as seguintes vantagens:

- ✓ É fonte de energia renovável;
- ✓ Promove o balanço de dióxido de carbono do ambiente;
- ✓ Emite menos poluentes do que os combustíveis fósseis;
- ✓ Sua tecnologia simples de produção de combustível (processo de extração e de transesterificação);
- ✓ Possui conteúdo elevado do óleo nas sementes comparativamente a outras espécies com potencial para biodiesel;

Por se tratar de uma planta não alimentícia, pode ser utilizada como diversas finalidades, entre elas: cerca vivas em torno de plantações, como benefício duplo de proteção e de otimização de renda; auxilia o solo a reter a umidade e melhora as condições ambientais em ambiente estéril, pois se trata de uma planta de florestamento ou reflorestamento de áreas degradadas com alta eficiência no sequestro de carbono; pode ser utilizada como suporte para plantas trepadeiras e até fixador de dunas na orla marítima (PEIXOTO, 1973).

Na medicina doméstica humana e veterinária, as raízes são consideradas diuréticas e antileucêmicas, o látex da planta é utilizado como cicatrizante, hemostático e também como purgante e as folhas são empregadas para combater doenças de pele (Peixoto, 1973; Nunes, 2007). Entretanto, o uso desenfreado da planta já apresentou casos de intoxicação em crianças e adultos, podendo ser fatal. De acordo com os autores, a ingestão de apenas uma semente fresca pode causar náuseas, vômitos e diarreia.

A exploração racional de plantas de pinhão-manso surgiu como uma boa opção para a agricultura familiar, um dos pilares do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), no qual compreende como objetivos a organização da cadeia produtiva, a

definição de linhas de financiamento, estruturação da base tecnológica e estabelecimento do marco regulatório do novo combustível. Esta oleaginosa tem sido vislumbrada como mais uma alternativa para fornecimento de matéria-prima devido à expectativa de alta produtividade em óleo e seu baixo custo de produção, por ser perene e permitir escalonamento da colheita, tornando possível melhorar os níveis de utilização da mão de obra familiar disponível, podendo também ser consorciada com outras lavouras de ciclo curto (feijão, milho, sorgo, soja), gerando emprego e renda num processo de desenvolvimento socioeconômico regional (DALCHIAVON et al., 2010).

Alguns estudos recentes eludiram o desempenho do pinhão-mansão na agricultura familiar consorciada, com destaque para o realizado por Silva et al. (2012), que analisaram o crescimento de espécies forrageiras consorciadas com pinhão-mansão e o mais recente por (SCHULZ et al., 2014), observando o desenvolvimento de plantas de pinhão-mansão estabelecidas em consórcio com Tifton 85, com diferentes quantidades de área útil por planta até os 18 meses de idade.

2.3.Exigências nutricionais

O pinhão-mansão entra em produção logo no primeiro ano de cultivo, embora atinja o seu clímax produtivo a partir do quarto ano, sendo necessária uma estabilização inicial no campo de nutrientes (TOMINAGA et al., 2007). Mesmo que, a planta sobreviva em solos pobres e secos, para alcançar alta produtividade de frutos, a planta exige solos férteis e com boas condições físicas. Laviola & Dias (2008), estudando o teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-mansão, estimaram a extração de macro e micronutrientes pela produção de frutos de acordo com a produção esperada de sementes entre o primeiro e o quarto ano de cultivo (Tabela 1), concluindo que, a colheita dos frutos de pinhão-mansão extrai elevada quantidade de nutrientes do solo.

Tabela 1: Estimativa de extração de macro e micronutrientes pela produção de frutos de acordo com a produção esperada de sementes nos respectivos anos de cultivo

Ano de cultivo	Produção de sementes (g)	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Zn	Cu	B
	g/planta.....					mg/planta.....				
1°	100	2,92	0,57	2,07	1,16	0,53	0,09	13,34	5,98	2,72	1,50	3,26
2°	500	14,62	2,87	10,37	5,80	2,68	0,47	66,72	29,91	13,61	7,49	16,29
3°	2.000	58,50	11,42	41,47	23,19	10,71	1,88	266,88	119,64	54,45	29,97	65,17
4°	4.000	117,00	22,85	82,93	46,38	21,41	3,75	533,76	239,29	108,89	59,93	130,35

Fonte: Laviola & Dias, 2008

O conhecimento das necessidades nutricionais de uma cultura é o que garante uma boa elaboração para recomendações de adubação. Segundo Laviola e Dias (2008), a importância da composição química como o acúmulo de nutrientes em folhas e frutos para o conhecimento das exigências nutricionais de uma planta fornece informações para estimar a quantidade dos nutrientes a ser fornecida às plantas por meio da adubação. Os autores estabeleceram a ordem de extração de macro e micronutrientes, da seguinte ordem para o acúmulo de nutrientes nas folhas: $N > Ca > K > Mg > P > S$ e nos frutos, na ordem encontrada: $N > K > Ca > P \geq Mg > S$, sendo melhor representado na Tabela 2.

Tabela 2: Concentração de macro e micronutrientes de folhas e frutos de pinhão-manso

	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Zn	Cu	B
dag/kg.....					mg/kg.....				
Folhas	3,14	0,28	1,37	1,90	0,48	0,11	314	150	22,7	10,0	29,2
Frutos	2,10	0,41	1,49	0,47	0,39	0,07	95,7	43,0	19,5	10,7	23,5

Fonte: Laviola & Dias, 2008

De acordo com Silva et al. (2009), os sintomas visuais de deficiência nutricionais em plantas de pinhão-manso são comuns a outras espécies, provocando limitação na produção de massa seca na ordem: $Ca > Mg > K > N > P > S$ e $Fe > Cu > Zn > Mn > B$ para os macro e micronutrientes, respectivamente. Segundo os autores supracitados, no que diz respeito à

omissão do P observaram-se que as menores reduções sobre a produção de massa seca da parte aérea total ocorreram quando as plantas não foram fertilizadas com macronutrientes. Por outro lado, a ausência do fertilizante nitrogenado propiciou severa redução no crescimento das plantas. Para Freiburger et al. (2014), à adubação fosfatada promoveu resposta significativa no crescimento inicial e na nutrição de mudas de pinhão-manso constando-se que a dose de 57 mg dm⁻³ P é a mais indicada para à adubação desta oleaginosa, principalmente na fase de muda. Por outro lado, Lima et al. (2014a), verificaram que, para que esta espécie desenvolva todo o seu potencial de produção, todos os passos tecnológicos tais como: definição de cultivar, irrigação, espaçamento, entre outros, devem ser estabelecidas, incluindo a gestão de nutriente.

Quanto a estimativa das quantidades de nutrientes que são exportadas por esta oleaginosa para produzir satisfatoriamente, Lima et al. (2014) avaliando as curvas de acúmulo de nutrientes e exportação pela colheita de frutos inteiros, sementes e cascas constataram que por cada tonelada de sementes colhidas são removidos do solo Por outro lado, ao se comparar as quantidades exportadas pelas diferentes componentes da colheita, verifica-se que as maiores quantidades demandas são armazenadas nas sementes e em segundo lugar pelas cascas, sendo o K o nutriente mais alocado nestas estruturas, conforme pode-se observar na Tabela 3.

Tabela 3: Exportação de macro e micronutrientes por meio da casca de frutas, sementes, frutas inteiras e do pinhão manso.

Partes dos Frutos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn
	-----Kg ha ⁻¹ -----					-----Kg ha ⁻¹ -----				
Casca	7,3	0,7	18,6	4,2	2,8	0,4	3,4	53,4	9,6	12,3
Semente	49,0	10,6	7,7	13,4	10,2	2,5	30,3	107,9	30,2	73,2
Frutos	56,2	11,4	26,3	17,6	13,0	2,9	33,7	161,3	39,8	85,5
Partes dos Frutos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn
	Percentual em relação ao montante total extraído por frutos									
Casca	12,9	6,6	70,8	23,8	21,5	14,0	10,1	33,1	24,2	14,4
Sementes	87,1	93,4	29,2	76,2	78,5	86,0	89,9	66,9	75,8	85,6

Fonte: Lima et al., 2014

De forma geral tem-se verificado que o pinhão-manso é uma cultura exigente em nutrientes. Entretanto, os relatos a respeito da demanda nutricional desta oleaginosa são poucos consistentes necessitando de estudos mais direcionados, visto que a resposta da cultura a adubação depende muito mais das condições locais do que das globais. Assim,

conhecer o nível de resposta de uma determinada espécie a aplicação de fertilizantes é uma das estratégias viáveis para a sua domesticação e recomendação de plantio.

2.3.1. Adubação orgânica e fosfatada

O manejo eficiente da fertilidade do solo, envolvendo correção da acidez e adubação, é um dos fatores determinantes na produtividade das culturas (Laviola et al., 2008). Neste contexto, o desenvolvimento de pesquisas a respeito do grau de responsividade desta oleaginosa torna-se uma ferramenta imprescindível para a elaboração dos programas de recomendação de adubação (Silva et al., 2011; Sousa et al., 2012; Brito et al., 2013; Possas et al., 2014). O esterco bovino é considerado como um excelente fornecedor de nutrientes que quando aplicado isolado ou associado à adubação fosfatada incrementa o crescimento e a produtividade desta cultura (Lima et al., 2011a).

A adubação orgânica com a utilização de resíduos gerados na própria unidade rural, ou nas proximidades, é uma prática muito comum na condução de lavouras de pequenos agricultores. Segundo Bayer & Mielniczuk (1999), 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, constituindo-se em componente fundamental da sua capacidade produtiva.

A matéria orgânica adicionada ao solo passa por vários processos microbiológicos relacionados à mineralização, liberando nutrientes às plantas (Severino et al., 2006), além de atuar sobre as propriedades física e químicas do solo. Por outro lado, o processo de mineralização é influenciado por características do material orgânico e pelas condições ambientais de temperatura, umidade, aeração e acidez (Correia & Andrade, 1999).

Dos macros nutrientes considerados essenciais, sabe-se que o N, o P e o potássio (K) são os mais citados nas recomendações de adubação, estando presente inclusive na matéria orgânica em quantidades apreciáveis dependendo da fonte escolhida (Martins et al., 2009; Lima et al., 2011b; Oliveira et al., 2012; Sousa et al., 2013; Lima et al., 2014a; Freiburger et al., 2014; Possas et al., 2014). Analisando os tecidos vegetais verifica-se que a quantidade de P é muito menor que as quantidades de N e K (Medeiros, et al. 2011). Porém, os autores ressaltam que, a utilização de fertilizantes contendo N, P e K, promovem efeitos significativos sobre o crescimento e a nutrição da planta. Por outro lado quando

comparado o grau de resposta dos três macronutrientes juntos com aquele promovido apenas pelo fertilizante contendo P, verificaram-se que mesmo em proporções iguais, a adubação fosfatada aplicada, de forma isolada, propiciou resposta menos pronunciada quando comparado aos demais macronutrientes avaliados conjuntamente.

Solos tropicais advêm adsorção pouco reversível de P, e por natureza contem baixa disponibilidade de matéria orgânica, sendo necessário adicionar elevadas doses de fertilizantes fosfatados quando se pretende atingir altas produtividades (RAIJ et al., 2001). Contudo, Santos et al., (2007), afirmaram que, o pinhão-manso é uma planta que responde a doses de K e P, promovendo um crescimento inicial rápido.

Para a produção de mudas diversos trabalhos de pesquisas tem evidenciado que esta oleaginosa responde bem a adubação fosfatada sendo este nutriente primordial para a formação de sistema radicular e crescimento vegetativo (Santos et al., 2007; Lima et al. 2011a; Prates et al. 2012). De acordo com Lima et al. (2011a), a aplicação de doses variando entre 5 a 8 Kg m⁻³ à composição do substrato é um excelente recomendação de adubação de mudas.

2.5. Irrigação

A irrigação tem como objetivo o fornecimento da água às plantas de forma artificial na hora e quantidade adequada. O pinhão-manso tem sido mencionado como planta tolerante à seca (Saturnino et al., 2005; Nóbrega 2010; Medeiros, 2011; Carvalho et al., 2013; Leite et al., 2014), entretanto, para a obtenção de produtividade satisfatória é necessário usar a irrigação.

Os benefícios da irrigação para a cultura do pinhão-manso são muito maiores quando ela é aplicada de forma complementar e associada com a adubação, distribuída durante todo o período seco (Carvalho et al., 2013). Na região semiárida os plantios comerciais são completamente dependentes da irrigação, visto que a irregularidades das precipitações pluviométricas limitam seu crescimento e produção adequada.

A resposta de plantas cultivadas a diferentes lâminas de irrigação garante as necessidades reais da cultura como uso sustentável deste recurso. De acordo com Oliveira et al. (2012), a irrigação proporciona efeitos significativos sobre o crescimento e produção de sementes de plantas de pinhão-manso, registrando-se produção média de 192 kg ha⁻¹ quando irrigado com lâmina de 120% evaporação do tanque classe A, para regiões

semiáridas, sendo 69% maior que quando comparada com aquelas não irrigadas. Aumento sobre a produção desta oleaginosa, em condições de vasos, foram constatados por Medeiros et al. (2011), ao aplicarem a lâmina de 125% associada a dose 400 kg ha⁻¹ de P para obtenção de plantas vigorosas, em particular quanto as variáveis de crescimento diâmetro caulinar e altura de planta. Resultados similares foram constatados por Sousa & Carvalho (2012b), os quais afirmam que, o aumento das lâminas de irrigação e a utilização da cobertura do solo exerce efeito significativo sobre todas as variáveis estudadas.

Para Nobrega et al. (2012), o crescimento de plantas de pinhão-mansó sob irrigação com água salina e adubação orgânica e mineral promovem efeitos significativos no crescimento. Entretanto, de acordo com os autores não foram detectadas diferenças entre as duas fontes de fertilizante estudadas.

Desta forma, o uso da irrigação pode trazer grandes vantagens aumentando a produção, mantendo a oferta constante e melhorando o rendimento da matéria-prima para o biodiesel.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, J. M. A.; Sousa, A. de A.; Silva, S. R. G. da.; Lopes, G. N.; Smiderle, Oscar, J.; Uchôa, S. C. P. Pinhão-mansó: uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da amazônia brasileira. *Agro@mbiente On-line*, vol.2, no. 1, jan/jun. Boa Vista, 2008.
- Arruda, F. P. de; Beltrão, N. E. de M.; Andrade, A. P. de; Pereira, W. E.; Severino, L. S. Cultura do pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) alternativa para o Semiárido Nordeste. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, vol.8, n. 1, p. 789-799. 2004.
- Araújo, L. G.; Sousa, K. C. I. Pinhão mansó para produção de biodiesel. *Revista Anhaguera*, v. 9. n. 1 jan./dez. p.95-119, 2008.
- Basha, S. D.; George Francis, H. P. S.; Makkar, K.; Becker, M; Sujatha, M. A comparative study of biochemical traits and molecular markers for assessment of genetic relationships between *Jatropha curcas* L. germplasm from different countries. *Plant Science* 6, 812-823. 2009.
- 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.
- 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.

- Canellas, L.P. Santos, G.A. Humosfera : tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes, 2005. 309 p.
- Carvalho, C. M de.; Viana, T. V de A.; A.; Marinho, A. B.; Lima Júnior, L. A. de.
Pinhão-manso: Crescimento sob condições diferenciadas de irrigação e de adubação no semiárido nordestino. Rev. Brasileira de engenharia agrícola ambiental vol.17 nº.5, p. 487-496. Campina Grande-PB. Junho de 2013.
- Castro Neto, M. Pinhão-Manso: características botânicas. 2010. Disponível em <<http://brasilbio.blogspot.com/2007/11/caracteristicas-botanicas.html> >. Acesso em: 11/11/2013.
- 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, n. 1, p. 163-167, abr. 2005.
- Cooper, M.; Zanon, A. R.; Reia, M. Y.; Morato, R. W. Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca. 2010. 35 p. : il. (Séne Produtor Rural. Edição Especial).
- Correia, M. E. F.; Andrade, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. 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.197-225.
- Costa, F. C.; Hoeschl, H. C. Gestão do conhecimento na cadeia produtiva de biodiesel. In: Congresso da rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, Brasília: MCT/ABIPTI, p.30-34, 2006.
- Chies, V. Embrapa Agroenergia – Agroenergia, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Notícias: Biodiesel estimula pesquisas com oleaginosas. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agroenergia/busca-de-noticias/-/noticia/1898327/biodiesel-estimula-pesquisas-com-oleaginosas>>, Acesso em: 10 de Janeiro de 2015.
- Dalchiavon, F.C. Características agronômicas da cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) cultivada em lisímetro em seu estágio inicial de desenvolvimento nas condições edafoclimáticas de Tangará da Serra - MT. 2008. 63 f. TCC (Graduação) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2008.
- Dalchiavon, F.C.; Costa, S. M. A. L.; Carvalho, M. de P. e; Persegil, E. O.; Maia, A. H. Lucratividade da produção de pinhão manso na região do consórcio intermunicipal da Bacia do Alto Paraguai – MT. 48º Congresso SOBER – Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. Campo Grande, 25 a 28 de julho de 2010.
- 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.
- Drumond, M. A.; Santos, C. A. F.; Oliveira, V. R. de.; Martins, J. C.; Anjos, J. B. dos.; Evangelista, R. V. Desempenho agronômico de genótipos de pinhão manso no Semiárido pernambucano. Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.1, p.44-47, 2010.

- Ferrari, R. A.; Casarini, M. B.; Marques, D. de A.; Siqueira, W. J. Avaliação da composição química e de constituinte tóxico em acessos de pinhão manso de diferentes origens. *Brazilian journal of food technology*, v. 12, p. 309-314, 2009.
- Freiberger, M. B.; Guerrini, I. A.; Castoldi, G.; Pivetta, L. G. Adubação fosfatada no crescimento inicial e na nutrição de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência e Solo* 38:232-239, 2014.
- Guimarães, A. de S.; Beltrão, N. E. de M. Crescimento inicial de *Jatropha Curcas* em função de fontes e doses de fertilizantes. II Congresso Brasileiro de mamona. 15 de ago. 2006.
- Horschutz, A. C. O.; Teixeira, M. B.; Alves, J. M.; Silva, F. G.; Silva, N. F. Crescimento e produtividade do pinhão-manso em função do espaçamento e irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.10, p.1093-1099, 2012.
- Laviola, B.G.; Martinez, H.E.P.; Souza, R.B.; Salomão, L.C.C. & Cruz, C.D. (2007), Acúmulo de macronutrientes em frutos de cafeeiros em viçosa-MG. In: Simpósio de pesquisa dos cafés do brasil, 5., Águas de Lindóia, 2007. Anais... Águas de Lindóia., CD-ROM.
- Laviola, B.G.; Dias, L. A. dos S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1969-1975, 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 residuárias. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014. 27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil.
- Lima, R. de L. S. de.; Severino, L. S.; Ferreira, G. B.; Sofiatti, V.; Sampaio, L. R.; Beltrão, N. E. de M. Casca de mamona associada a quatro fontes de matéria orgânica para a produção de mudas de pinhão-manso. *Revista Ceres (Impr.)* vol.58 no.2 Viçosa Mar./Apr. 2011a.
- 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. 2014a.
- Lima, R. de L. S. de.; Severino, L. S.; , Ferreira, G. B.; Azevedo, C. A. V. de; Sofiatti, V.; Arriel, N. H. C. Alumínio trocável no solo influenciando o crescimento e o teor foliar de macronutrientes de mamoneiras. *Revista Caatinga, Mossoró*, v. 27, n. 4, p. 10 – 15, out. – dez., 2014b.
- Martins, L. D.; Tomaz, M. A.; Amaral, J. F. T. do.; Laviola, B. G.; Borcarde, M. Desenvolvimento inicial da mamona e pinhão-manso em solo submetido a diferentes corretivos e doses de fósforo. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)* v.5, n.1, p.143 - 150 janeiro/março de 2010.
- Medeiros, S. da S; Lima, V. L. A.; Azevedo, C. A. V. de; Alves, A. de S.; Silva, A. S. Crescimento inicial do pinhão-manso sob condições de casa de vegetação. *Rev. Tecnol. & Ciên. Agropec.*, João Pessoa, v.5, n.3, p.27-33, set. 2011.

- Melém Júnior, N. J.; Brito, O. R.; Fonseca Júnior, N. S.; Fonseca, I. C. B.; Aguiar, S. X. Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. *Semina. Ciências Agrárias*, v.32, n.1, p.7-18, 2011. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/3209>>. 18 Janeiro. 2015.
- Munch, E.; Kiefer, J. F. Purging nut multiple use plant asa source of fuel in the future. *Schriftenreihe der Gesellschaft fur Technishe Zusammenarbeit, Stuttgart*, v. 209, n. 1, p. 32, 1989.
- Nóbrega, J. A. da. Crescimento e produção do pinhão-manso adubado e irrigado com água salina sob condições de campo. Universidade Federal de Campina Grande – PB. Dissertação de Mestrado. 2010.
- Nóbrega, J. A. da; Azevedo, C. A. V. de; Dantas Neto, J.; Lima, V. L. A. de.; Gouveia Neto, G. da C. da.; O crescimento do pinhão-manso sob irrigação com água salina e adubação orgânica em condições de campo. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)* v.7, n.1, p. 61 - 60 janeiro marco de 2012.
- Nunes, C.F. Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão manso (*Jatropha curcas*L.). Lavras, 2007. 78p.
- Ojewole, J. A. O.; Odebiyi, O. O. Neuromuscular and cardiovascular action of tetramethylpyrazine from the stem of *Jatropha curcas*. *Planta Medica, Stuttgart*, v. 38, n. 4, p. 8, 1980.
- Oliveira, E. L.; Faria, M. A.; Evangelista, A. W. P.; Melo, P. C. Resposta do pinhão-manso à aplicação de níveis de irrigação e doses de adubação potássica. *Rev. Brasileira de engenharia agrícola ambiental* vol.16 nº.6 Campina Grande-PB. Junho de 2012.
- Prates, F. B de S.; Lucas, C dos S. G.; Sampaio, R. A.; Brandão Júnior, D. da S.; Fernandes, L. A.; Zuba Junio, G. R. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 207-213, abr-jun, 2012.
- Peixoto, A. R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973. 282p.
- Pereira, J. C. da S; Fidelis, R. R.; Erasmo, E. A. L.; Santos, P. M. dos.; Barros, H. B.; Carvalho, G. L. de. Florescimento e frutificação de genótipos de pinhão manso sob doses de fósforo no cerrado da Região Sul do Tocantins. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. vol.2 n.2, p. 28-36. Maio 2011.
- 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.*
- Raij, B.V.; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

- Santo, E. S. do E.; Bonfim-Silva, E. M.; Almeida, E. R. de.; Santos, C. C. dos.; Silva, T. J. A. da. Desenvolvimento inicial do pinhão-mansão adubação com fósforo em latossolo de cerrado. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. Centro de Convenções Arquiteto Rubens Gil de Camillo – Campo Grande-MS 27 a 31 de Julho de 2014.
- Saturnino, H.M.; Pacheco, D. D.; Kakida, J.; Tominaga, N.; Gonçalves, N. P. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p.44 - 78, 2005.
- Schulz, D.G.; Fey, R.; Malavasi, U.C.; Malavasi, M. de M. Crescimento de pinhão-mansão em função da área útil e do consórcio com Tifton 85. Revista Floresta, v.44, p.207-216, 2014.
- Severino, L. S.; Nóbrega, M. B. M.; Gonçalves, N. P.; Eguia, M. T. J. 2006. Viagem à Índia para Prospecção de Tecnologias sobre Mamona e Pinhão-mansão. Campina Grande: EMBRAPA ALGODÃO. 56p. (Embrapa Algodão. Documentos, 153).
- Severino, L. S.; Vale, L. S.; Beltrão, N. E. de M. A simple method for measurement of *Jatropha curcas* leaf area. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras, v.11, p.9- 14, 2007.
- Silva, M. B. R.; Dantas Neto, J.; Fernandes, P. D.; Farias, M. S. S. de. Cultivo de Pinhão Manso sob condições de estresse hídrico e salino, em ambiente protegido. Revista de Biologia e Ciências da Terra. V. 9. n. 2. 2º Semestre. ISSN 1519-5228. 2009.
- Silva, J. C.; Costa, R. D.; Oliveira, F. S.; Marana, J.; Laviola, B. G. Poda de manutenção em pinhão-mansão. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa de Pinhão-mansão, 2, 2011, Brasília-DF. Anais..., Brasília, CD Rom.
- Silva, V.A.; Moraes, D. de L.B.; Kakida, J.; Ferreira, E.A.; Silva, V. de F. Concentração do ciclo de produção de pinhão-mansão por meio de podas de formação ou de produção., Pesquisa Agropecuária Brasileira v.47, p.134-137, 2012.
- Sousa, A. E. C.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L.; Nobre, R. G.; Nascimento, E. C. S. Componentes de produção de pinhão-mansão irrigado com água de diferentes condutividades elétricas e doses de fósforo. Ciência Rural, v.42, n.6, p.1007-1012, 2012.
- Sousa, G. G. de.; Viana, T. V. de A.; Braga, E. S.; Azevedo, M. de.; Marinho, A. B.; Borges, F. R. M. Fertirrigação com biofertilizante bovino: Efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do pinhão-mansão. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. V.8, n.3, p.503-509, 2013. Recife, PE, UFPE.
- Sousa, A. de J.; Carvalho, H. O. G.; Crescimento inicial do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) em função da irrigação, adubação orgânica e cobertura do solo. Revista Caatinga, vol. 25, núm. 1, enero-marzo, 2012b, pp. 104-112
- Sujatha, M.; Dhingra, M. Rapid plant regeneration from various explants of *Jatropha integerrima* – Hypocotyl culture, shoot culture, leaf culture and peduncle medium optimization for oilseed ornamental plant propagation. Plant Cell, Tissue and rgan Culture, Dordrecht, v. 35, n. 3, p.293-296, Dec. 1993.

Sujatha M.; MAkkar H.P.S.; Becker, k. Shoot bud proliferation from axillary nodes and leaf sections of non-toxic *Jatropha curcas* L. *Plant Growth Reguln*, v.47, p.83-90, 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.

CAPITULO II

SUPERFÍCIE DE RESPOSTA E ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA PARA A CULTURA DO PINHÃO-MANSO

SUPERFÍCIE DE RESPOSTA E ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA PARA A CULTURA DO PINHÃO-MANSO

Resumo: O pinhão-mansó é uma planta perene, que por concentrar apreciáveis quantidades de óleo em suas sementes, tem atraído o interesse de pesquisadores e produtores. Apesar de ser considerada como uma planta responsiva a adubação, ainda não se dispõe de recomendações fundamentadas no nível de fertilidade do solo. Conduziu-se experimento em condições de vaso, em delineamento de blocos casualizados, em quatro repetições e uma planta por parcela, objetivando avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de pinhão-mansó em resposta a diferentes recomendações de adubação quanto à matéria orgânica e fósforo em condições irrigadas. Os tratamentos consistiram de uma combinação fatorial 4 x 4, sendo os fatores constituídos por 4 recomendações de adubação orgânica: ausência de adubação (0 t ha^{-1}), dose recomendada (4 t ha^{-1}), uma vez e meia a dose recomendada (6 t ha^{-1}) e duas vezes a dose recomendada (8 t ha^{-1}), e 4 recomendações de adubação fosfatada (ausência do fertilizante fosfatado (0); dose recomendada (90 kg ha^{-1}); uma vez e meia a dose recomendada (135 kg ha^{-1}) e duas vezes a dose recomendada (180 kg ha^{-1}). Avaliaram-se o crescimento aos 60, 90, 120, 150, 180 e 210 Dias Após o Transplântio (DAT) para os containers, através da mensuração da altura da planta⁻¹, diâmetro caulinar, número de folhas planta⁻¹, área foliar planta⁻¹ e número de ramos totais planta⁻¹. A recomendação de adubação orgânica e fosfatada sugerida pelo laboratório de análise de solo (4 t ha^{-1} de matéria orgânica e 90 kg ha^{-1} de fósforo) foi insuficiente para o crescimento de plantas pinhão-mansó. O uso isolado de matéria orgânica na adubação da cultura do pinhão-mansó promove efeitos positivos sobre todas as variáveis de crescimento.

Palavras-chave: *Jathopha curcas* L., recomendação de adubação, irrigação.

Surface response and organic and phosphate fertilizer for jatropha cultivation

Abstract: The *Jatropha* is a perennial plant, which focus appreciable amounts of oil in its seeds, has attracted the interest of researchers and producers. Although considered as a responsive plant fertilization, yet if you have recommendations based on soil fertility level. Was conducted experiment potted conditions in a randomized block design with four replications and one plant per plot, to evaluate the growth and development of *jatropha* plants in response to different fertilizer recommendations as to organic matter and phosphorus in irrigated conditions. Treatments consisted of a factorial combination 4 x 4 factorial consisting of 4 recommendations of organic fertilizer: without fertilization (0 t ha⁻¹), recommended dose (4 t ha⁻¹), one and a half the recommended dose (6 t ha⁻¹) and twice the recommended dose (8 t ha⁻¹), and 4 phosphate fertilizer recommendations (absence of phosphate fertilizer (0), recommended dose (90 kg ha⁻¹), one and a half the recommended dose (135 kg ha⁻¹) and twice the recommended dose (180 kg ha⁻¹). We evaluated the growth at 60, 90, 120, 150, 180 and 210 days after transplanting (DAT) for containers, by measuring the plant-1 height, stem diameter, number of leaves plant-1, plant-1 leaf area and total number of branches plant-1. The recommendation of organic and phosphate fertilizer suggested by soil analysis laboratory (4 t ha⁻¹ of organic matter and 90 kg phosphorus ha⁻¹) was insufficient for growing *jatropha* plants. The isolated use of organic matter in *jatropha* crop fertilization promotes positive effects on all growth variables.

Key words: *Jathopha curcas* L., fertilizer recommendation, irrigation.

1. INTRODUÇÃO

O pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) é uma planta perene pertencente à família *Euphorbiaceae* de origem indefinida. Entretanto, alguns estudos de pesquisas citam como local de procedência, países tais como: Américas do Sul (Peixoto, 1973), Central (Lima et al., 2011), África (Alves et al., 2008) e parte da Ásia (Basha et al., 2009; Silva et al., 2009). No Brasil, a distribuição geográfica é vasta, devido à sua rusticidade, resistência a longas

estiagens, sendo adaptável a condições edafoclimáticas muito variáveis, desde a região Nordeste, Sudeste e o estado do Paraná.

O pinhão-manso é uma espécie oleaginosa que não compete diretamente com a agricultura de alimentos. Este aspecto tem fomentado amplas discussões a respeito de sua viabilidade como cultura de âmbito familiar. De acordo com [Laviola et al. \(2009\)](#) esta oleaginosa por ser uma planta perene e produzir quase o ano inteiro pode ser utilizada nos programas de agricultura familiar desenvolvidos no país. Embora seja uma espécie que sobrevive em condições de seca, adaptada à semiaridez, exigente em calor e luminosidade (Ferreira et al., 2012), a garantia de produção está diretamente associada a fertilidade do solo (Colodro & Espíndola, 2006) e irrigação ([Sousa & Guerra, 2011](#)), não havendo, até o momento, na literatura disponível, qualquer indicação a respeito das exigências hídricas desta oleaginosa, bem como a correlação entre fornecimento de água e produção (NERY et al., 2009).

Estudos a respeito do fornecimento de nutrientes e água as plantas em seus diferentes estádios fenológicos tem se expandido (Lima et al., 2014; Possas et al., 2014; Freiburger et al., 2014), visto que para a obtenção de recomendações de plantios comerciais desta espécie é necessário conhecer toda sua tecnologia de cultivo e isso inclui recomendações de adubação e suas interações com a irrigação, dentre outros fatores. Nesse sentido, o fornecimento de nutrientes à cultura em quantidades e épocas adequadas, integra uma alternativa tecnológica economicamente viável e ecologicamente correta, para o processo de produção agrícola.

A recomendação de adubação de uma cultura depende das demandas nutricionais exigidas para o crescimento vegetativo e reprodutivo (Laviola et al., 2007) devendo ser observado a eficiência de aproveitamento dos fertilizantes aplicados e a fração de nutrientes suprida pelo solo.

A aplicação da matéria orgânica isolada na forma de esterco bovino é uma excelente alternativa para a adubação do pinhão manso (Lima et al., 2010) embora quando combinada com a adubação mineral garanta maiores resultados. Segundo Possas et al. (2014), a dosagem que garante um melhor crescimento e desenvolvimento inicial desta oleaginosa a partir de 6 t ha^{-1} estando associada a irrigação. Resultados semelhantes foram encontrados por Sousa & Guerra (2012), quando estudaram o crescimento inicial desta planta em função da irrigação, adubação orgânica e cobertura do solo, observando que o aumento das lâminas de irrigação e a utilização da cobertura do solo exerceram efeitos significativos.

Segundo Lima et al. (2014a), 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. As limitações na disponibilidade deste macronutriente no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento deste macronutriente a níveis adequados (ARAÚJO et al., 2006).

Apesar de a literatura mencionar que esta oleaginosa é extremamente responsiva a adubação (Laviola & Dias, 2008), ainda não se dispõe de resultados consolidados a respeito da definição de doses de matéria orgânica e de P pré-definidas conforme a análise de solo e a recomendação laboratorial para cada região e textura de solo, bem como de suas interações com a irrigação, havendo, portanto, necessidades de se conduzir estudos de pesquisa que visem a sua adequação, permitindo atender às exigências hídricas e nutricionais da cultura.

Diante do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de pinhão-mansó em resposta a diferentes recomendações de adubação quanto à matéria orgânica e fósforo em condições irrigadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da estrutura experimental e funcionamento do sistema

O experimento foi conduzido a céu aberto em uma área pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB com as seguintes coordenadas geográficas: 07°15'18'' latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m (Figura 1), 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 (COELHO; SONCIN, 1982).

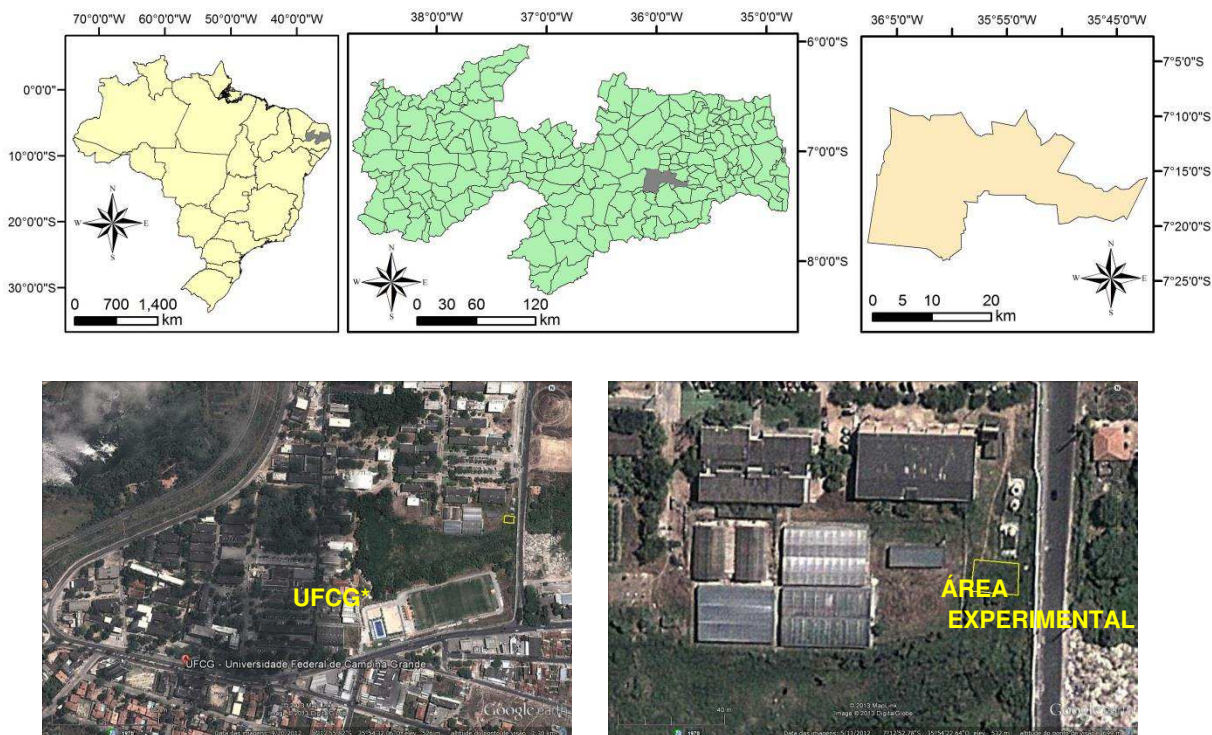


Figura 1. Localização da unidade experimental do pinhão-mansô, Campina Grande – PB, 2013

Adotou-se delineamento experimental em blocos casualizados, com 4 repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos resultaram da combinação fatorial entre dois fatores: 4 recomendação de adubação orgânica (ausência do fertilizante (0 t ha^{-1}); dose recomendada (4 t ha^{-1}); uma vez e meia a dose recomendada (6 t ha^{-1}) e duas vezes a dose de matéria orgânica recomendada (8 t ha^{-1}) e 4 recomendações de adubação fosfatada: ausência do fertilizante fosfatado (0 kg ha^{-1}); dose recomendada (90 kg ha^{-1}); uma vez e meia a dose recomendada (135 kg ha^{-1}) e duas vezes a dose de P recomendada (180 kg ha^{-1}). As recomendações de ausência de fertilizante, a aplicação de 1 vez e meia e a duplicação da dose recomendada pelo laboratório se constituíram elementos para a elaboração dos tratamentos utilizados nesta pesquisa. A matéria orgânica foi fornecida na forma de esterco bovino e o fósforo na forma de superfosfato simples.

O ensaio foi conduzido em vasos com capacidade para 150 L de substrato. Para o preenchimento dos recipientes utilizaram-se material de solo classificado como Neossolo Quartzônico Estrófico, textura franco-arenoso, retirado a uma camada de 0-30 cm proveniente do distrito de São José da Mata, Campina Grande-PB. Para a definição das necessidades de matéria orgânica e P o solo foi analisado quimicamente, bem como o

esterco bovino, pelo laboratório de Análises de Solo e Água da Universidade Federal de Campina Grande, cujos resultados encontram-se na Tabela 1. O esterco bovino utilizado no ensaio apresentava 10,2; 2,0; 12, 4; 6;6; 4,2 e 2,5 g kg⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Tabela 4. Características químicas do solo da área de cultivo do pinhão-mansão, 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	g kg ⁻¹		
6,3	0,58	0,33	0,38	0,18	12,1	14,0	3,14	20	0,2	1,54	11,7	

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

De acordo com os resultados da análise do solo verificaram-se a não necessidade de correção da acidez nem presença de sais e sódio. Para a adubação e distribuição das recomendações de adubação na área de cultivo os recipientes inicialmente receberam 50% do volume total de solo e a outra metade foi preenchida com as misturas contendo solo, esterco e P, conforme os tratamentos pré-estabelecidos. Para a determinação da lâmina de água a ser aplicada nas irrigações todos os recipientes contendo os tratamentos foram irrigados e postos em capacidade de campo. A lâmina de água aplicada nas irrigações foi definida pela diferença entre o volume retido e o volume drenado. Para a irrigação utilizou água da chuva armazenada em reservatório. As plantas foram irrigadas e o consumo de água utilizado em todo cultivo foi de 10.736 L (Tabela 5).

Tabela 5 – Consumo de água para o primeiro ciclo da cultura do pinhão -manso

Época (DAT)	Consumo de água (L)	Turno de Rega (dias)
60	960	1
90	480*	1
120	1.920	3
150	1.920	3
180	2.728**	3
210	2.728**	3
∑ Total	10.736	-

*Houve redução do consumo de água por problemas de encharcamento; **A partir dos 180 dias DAT, foi feita irrigação diferenciada para as plantas com e sem M.O, assim, 5,5 L para as plantas sem M.O (total = 16 parcelas) e 11 L para todas as outras (total = 48 parcelas).

O experimento foi implantado em abril de 2013 em espaçamento 3 x 2 m. Para a obtenção das plantas foram produzidas mudas em recipientes plásticos do tipo tubetes com capacidade para 288 dm³ de substrato. Utilizaram para o enchimento dos recipientes substrato comercial Plantmax. Para garantir a germinação das plântulas os recipientes foram mantidos umedecidos diariamente até a completa emergência. Após a emergência as mudas foram irrigadas conforme a necessidade hídrica e as condições climáticas do ambiente.

Trinta dias após a emergência das mudas estas foram transplantadas para os containers definitivos contendo os tratamentos (Figura 2). As irrigações foram realizadas ao final da tarde seguindo turno de rega de três dias definidas conforme o volume de água retido e a lâmina drenada. Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratos culturais: eliminação manual das plantas daninhas, escarificação superficial do solo a cada intervalo de duas irrigações e pulverizações realizadas uma vez por semana visando o controle preventivo de insetos e doenças fúngicas.



Figura 2. Controle da germinação de sementes em plantas de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada.

Avaliaram-se o crescimento de plantas de pinhão-mansão aos 60, 90, 120, 150, 180 e 210 Dias Após o Transplântio (DAT) para os containers (Figura 3), através da mensuração da altura da planta⁻¹, diâmetro caulinar, número de folhas planta⁻¹, área foliar planta⁻¹ e número de ramos totais planta⁻¹.

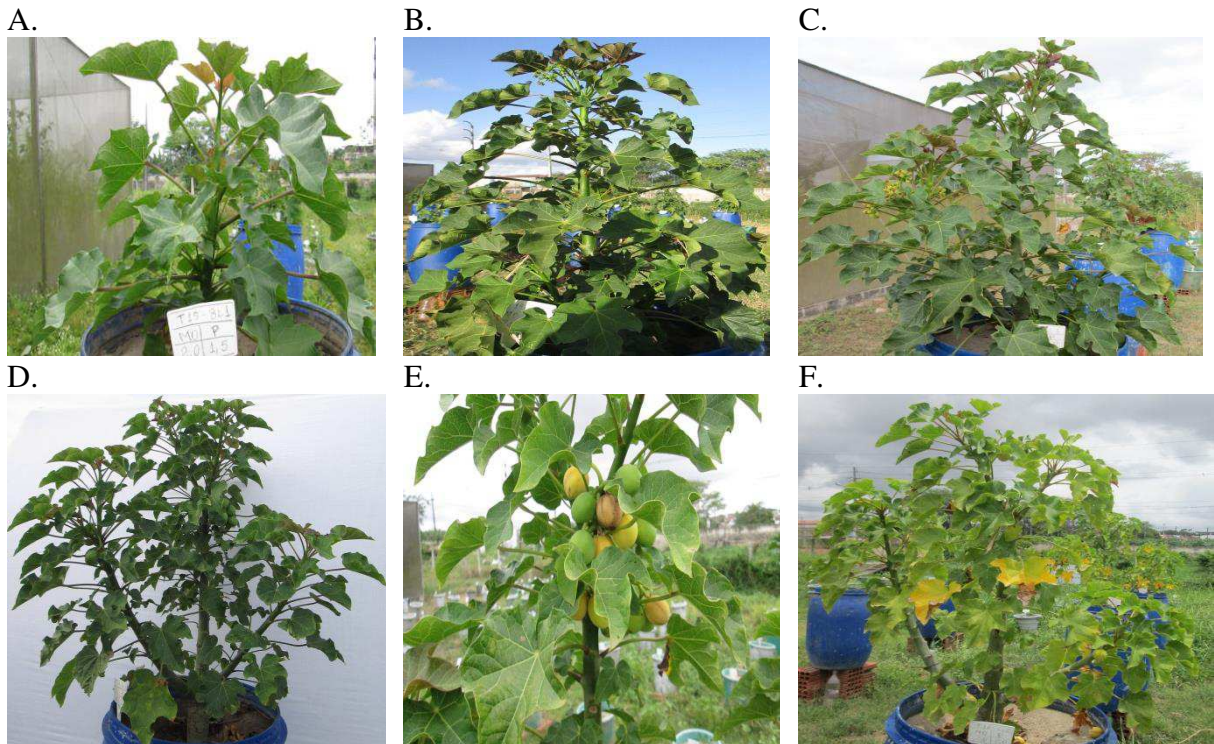


Figura 3. Evolução das fases fenológicas de plantas de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada. (A) aos 60 DAT, (B) aos 90 DAT, (C) aos 120 DAT, (D) aos 150 DAT, (E) aos 180 DAT e (F) aos 210 DAT. Campina Grande – PB, 2014

A altura da planta foi definida considerando-se o ramo principal e mensurando-se do colo da planta até o ápice, o diâmetro caulinar foi medido a 5 cm da superfície do solo e na contagem do número de folhas consideraram-se todas as folhas totalmente expandidas e com comprimento igual ou superior a 3 cm. A área foliar foi estimada em 30% do número de folhas total planta⁻¹ utilizando-se a Equação 1, proposta por Severino et al. (2007).

$$AF = \sum 0,84 (P + L)^{0,99} \quad (1)$$

em que,

AF - área foliar (cm²);

Σ - somatório da área foliar;

p - comprimento da nervura central da folha (cm); e

L - largura da folha.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em seguida as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para a análise estatística, utilizou-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e

Genéticas (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). Os dados de número de raízes principais por estaca e da avaliação visual do enraizamento foram transformados para $\sqrt{(X + 0,5)}$, e a porcentagem de enraizamento foi transformada para arco-seno $\sqrt{(X / 100)}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro caulinar de plantas de pinhão-manso foi influenciado significativamente pelas recomendações de adubação orgânica e fosfatada aplicadas, constatando-se efeitos isolados da adubação orgânica em todas as épocas do estudo e adubação fosfatada, exceto para as mensurações realizadas aos 150 e 210 DAT (Tabela 6), fases fenológicas caracterizadas pela maturação, colheita e senescência de folhas. Por outro lado também constataram-se efeitos interativos entre as recomendações de adubação em todas as épocas de avaliação, exceto aos 210 DAT. De forma geral é possível inferir que a recomendação de adubação aplicada com esterco bovino e P tenham favorecido o crescimento das plantas ao longo das fases de seu desenvolvimento. Entretanto, observa-se que aos 210 dias não se registraram efeitos interativos das recomendações de adubação avaliadas. Provavelmente, os nutrientes da solução do solo, em particular o P, tenha se reduzido na solução do solo devido às intensas irrigações e conseqüentes lixiviações visto que a adubação orgânica manteve seus efeitos até a última avaliação realizada (210 DAT).

Tabela 6. Resumo da análise de variância e quadrados médios para Diâmetro Caulinar (DC) de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Campina Grande – PB, 2014

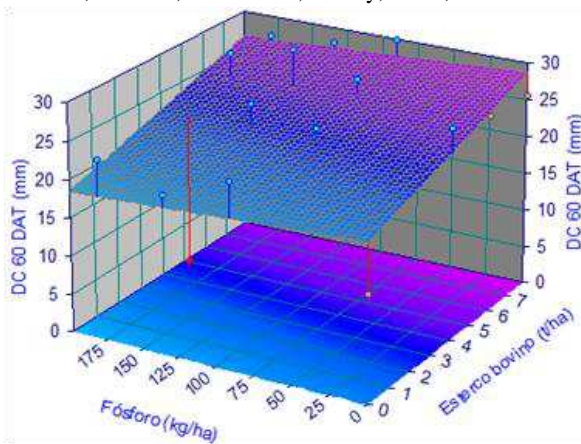
Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Diâmetro Caulinar					
		60DAT	90DAT	120DAT	150DAT	180DAT	210DAT
MO	3	1,8222**	2,7018**	3,5262**	3,5677**	3,7781**	4,4567**
P	3	0,3684*	0,6080**	0,3075*	0,1718 ^{ns}	0,2677*	0,1754 ^{ns}
MO x P	9	0,2784**	0,3144**	0,4190**	0,4297**	0,2263**	0,1896 ^{ns}
Bloco	3	0,2380 ^{ns}	0,0414 ^{ns}	0,0454 ^{ns}	0,0343 ^{ns}	0,0743 ^{ns}	0,0754 ^{ns}
Resíduo	45	0,0965	0,0544	0,0757	0,0675	0,0670	0,1015

CV (%)	12,15	6,78	6,11	5,41	5,16	5,93
--------	-------	------	------	------	------	------

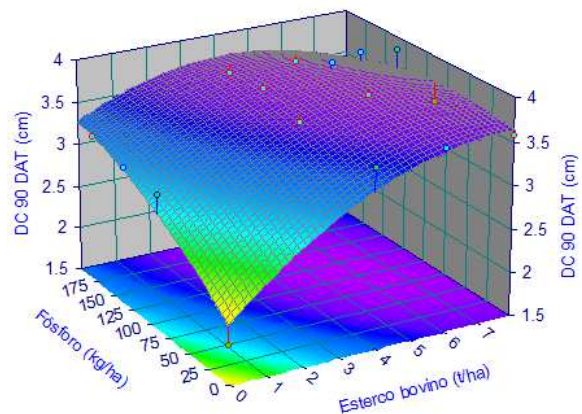
^{ns} não significativo pelo Teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

O diâmetro caulinar foi influenciado pela aplicação conjunta do esterco bovino e P, conforme a recomendação feita pelo laboratório de análises de solo, em todos os períodos. Ajustando-se a equação dos gráficos a um modelo polinomial de regressão, com exceção do último período do experimento, aos 60 DAT, fase caracterizada pelo início da emissão das inflorescências, observando-se que os dados se ajustaram ao modelo linear. Com relação aos efeitos das doses de esterco bovino aplicadas constataram-se efeito significativo apenas quando se utilizaram 10% de probabilidade ($p < 0,10$), *** significativo a 10% de probabilidade pelo Teste F, tendo em vista que não houve resposta significativa às doses de P. Uma das possíveis explicações para a ausência de significância é a baixa mobilidade do P no solo.

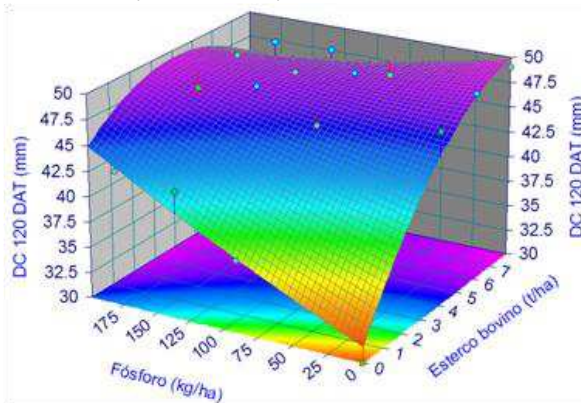
A
DC = 20,5105 + 1,0146***x - 0,0099^{ns}y; $r^2 = 0,2104$



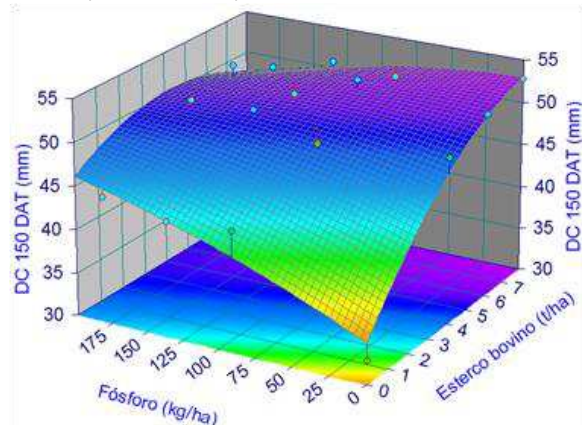
B
DC = 21,7146 + 3,7241**x + 0,0903**y - 0,23650**x² - 0,0002^{ns}y² - 0,0083**xy; $r^2 = 0,9009$



C
DC = 31,5499 + 4,2658**x + 0,0584*y - 0,2487**x² + 4,20875e-05^{ns}y² - 0,0109**xy; $r^2 = 0,9379$



D
DC = 34,7290 + 4,0626**x + 0,0776**y - 0,2226**x² - 0,0001^{ns}y² - 0,0106**xy; $r^2 = 0,9273$



E
CD = 37,7484 + 3,5515**x + 0,0537**y - 0,1797**x² -

F
CD = 41,9937 + 4,1346**x + 0,0441^{ns}y - 0,2662**x² -

$$6,734e-06ns^2y^2 - 0,0080**xy; r^2 = 0,9605$$

$$4,1807e-05nsy^2 - 0,0066**xy; r^2 = 0,9375$$

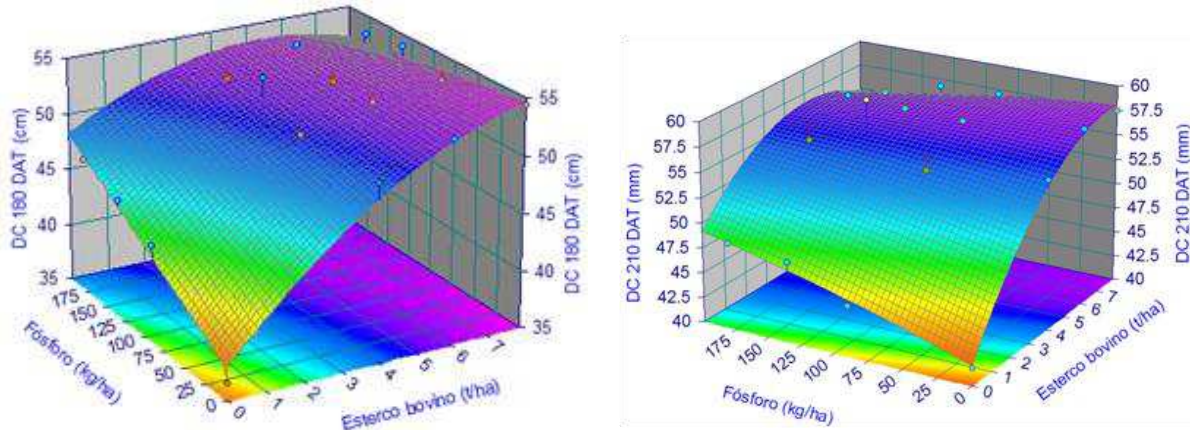


Figura 4. Diâmetro caulinar planta⁻¹ de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 60 DAT (A); 90 DAT (B); 120 DAT (C); 150 DAT (D); 180 DAT (E); e 210 DAT (F). Campina Grande – PB, 2014

Para o diâmetro caulinar avaliado aos 60 DAT (Figura 4A), verificou-se que houve efeito linear apenas para a recomendação de adubação via esterco bovino, obtendo-se aumento de 1,0146 mm por incremento de 1 t ha⁻¹ de esterco aplicado. A ausência de resposta da cultura ao P nesta época pode ser explicada pela baixa necessidade de exigência deste nutriente durante este período, de forma que, a resposta à aplicação do fertilizante esterco bovino pode ser atribuída à melhoria na estrutura física do solo. Resultados similares foram constatados por Medeiros et al. (2011), os quais verificaram que até aos 70 DAT não se constataram resposta significativa quanto a adubação fosfatada, corroborando de certa forma com os resultados obtido nesta pesquisa. Para os demais estádios fenológicos avaliados constataram-se efeito quadrático ao nível de 1% de probabilidade à recomendação de adubação com Matéria Orgânica (MO), enquanto a resposta à adubação fosfatada (P) verificou-se resposta linear ao nível de 5% por ocasião o início da floração das plantas (90 DAT) e resposta linear a 1% nas fases fenológicas de frutificação e floração, fase de enchimento dos frutos e floração, e durante a fase caracterizada pela maturação dos frutos (120, 150 e 180 DAT), bem como para interação entre os fatores ocorreu efeito ao nível de 1% em todas as épocas.

Por outro lado, aos 90 DAT, observou-se diâmetro caulinar da ordem de 37,9 mm em resposta a aplicação de 5,758 t ha⁻¹ de esterco bovino e 121,1 kg ha⁻¹ de P, recomendações possivelmente viáveis para esta oleaginosa, enquanto para as demais épocas, obtiveram-se valor máximo quando se adotaram as recomendações de 8 t ha⁻¹ de

esterco bovino e 0 kg ha⁻¹ de P, constatando-se valores de 49,8; 53,0; 54,7; e 58,0 mm para esta variável aos 120, 150, 180 e 210 DAT (Figuras 2C, 2D, 2E e 2F) respectivamente. O uso do esterco bovino na dose de 8 t ha⁻¹ parece ter disponibilizado todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento desta variável. De acordo com Carneiro (1976), o aumento do diâmetro caulinar está diretamente relacionado ao aumento do sistema radicular. Enquanto, Prates (2012), afirmar que plantas que exibem maior diâmetro caulinar, apresentam possibilidade de melhor nutrição e maior resistência ao déficit hídrico, pelo maior volume de solo explorado pelas raízes.

A altura da planta foi influenciada pela aplicação conjunta do esterco bovino e P, fornecidos pelas recomendações sugeridas, aos 60, 180 e 210 DAT (Tabela 7) constatando-se efeito significativo a 1% (p < 0,01) e efeito significativo a 5% (p < 0,05) diagnosticados aos 150 DAT, não observando-se resposta significativa a interação entre os fatores aos 90 e 120 DAT (p > 0,05). No entanto, houve resposta significativa ao nível de 1% de probabilidade, apenas para o fator esterco bovino isolado nas avaliações realizadas aos 90 e 120 DAT.

Tabela 7. Resumo da análise de variância e quadrados médios para a altura da planta de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Campina Grande – PB, 2014

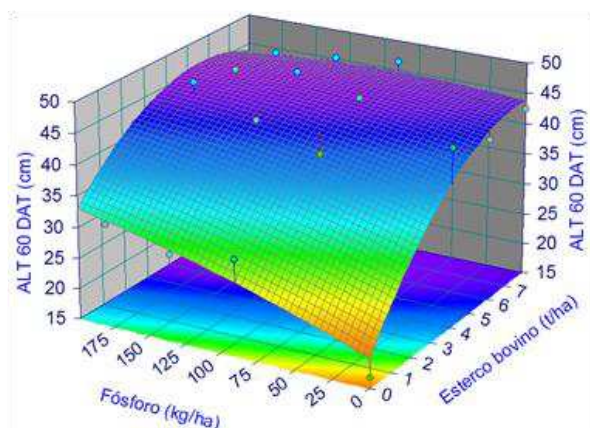
fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Altura da Planta					
		60DAT	90DAT	120DAT	150DAT	180DAT	210DAT
MO	3	1160,70**	2072,52**	3410,94**	6067,20**	4732,56**	3671,50**
P	3	98,20**	66,69 ^{ns}	48,48 ^{ns}	260,66 ^{ns}	86,92 ^{ns}	99,79 ^{ns}
MO x P	9	54,63**	145,92 ^{ns}	58,72 ^{ns}	376,11*	255,18**	322,26**
Bloco	3	70,20*	160,69 ^{ns}	151,69 ^{ns}	265,73 ^{ns}	238,43**	60,54 ^{ns}
Resíduo	45	19,22	88,47	79,67	151,25	47,37	62,53
CV (%)		11,05	15,95	12,41	15,65	8,24	9,19

^{ns} não significativo pelo Teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Quanto à altura (Figura 5) a superfície de resposta nas seis fases de desenvolvimento da cultura, verificou-se efeito linear ao nível de 1% de probabilidade quanto à resposta a recomendação de adubação orgânica (MO) em todos os períodos avaliados, e para interação entre os fatores aos 150, 180 e 210 DAT. Também constataram-se efeito quadratico para as recomendações de MO aos 60, 90 e 120 DAT ao nível de 5% de probabilidade. Quanto à adubação fosfatada (Figura 5), observa-se que não se detectaram significância em todos os períodos pesquisados. Esses resultados evidenciam que a matéria orgânica disponibilizou os nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Resultados semelhantes concernentes a altura de plantas de pinhão-manso também foram obtidos por Arruda, et al. (2013) os quais verificaram que a partir dos 60 dias após a emergência, a aplicação de 150 g planta⁻¹ de superfosfato simples proporcionou maior média de altura no mesmo período estudado.

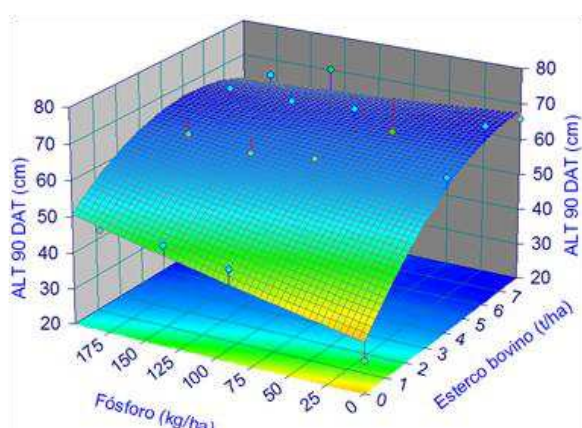
A

$$ALT = 19,7620 + 6,3134^{**}x + 0,0872^{ns}y - 0,4136^{*}x^2 - 0,001^{ns}y^2 - 0,0083^{*}xy; r^2 = 0,9220$$



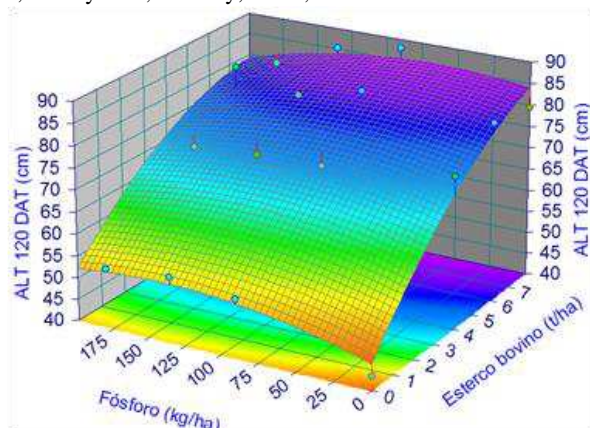
B

$$ALT = 33,9994 + 8,7427^{**}x + 0,0743^{ns}y - 0,5686^{*}x^2 + 4,91021e-05^{ns}y^2 - 0,0134^{ns}xy; r^2 = 0,8625$$



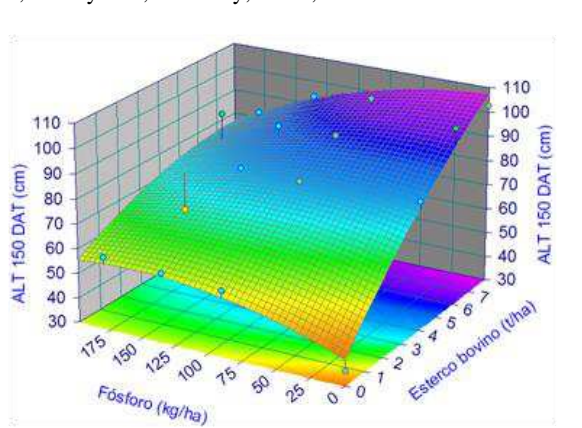
C

$$ALT = 45,9985 + 7,6319^{**}x + 0,1044^{ns}y - 0,3595^{*}x^2 - 0,0004^{ns}y^2 - 0,0068^{ns}xy; r^2 = 0,9525$$



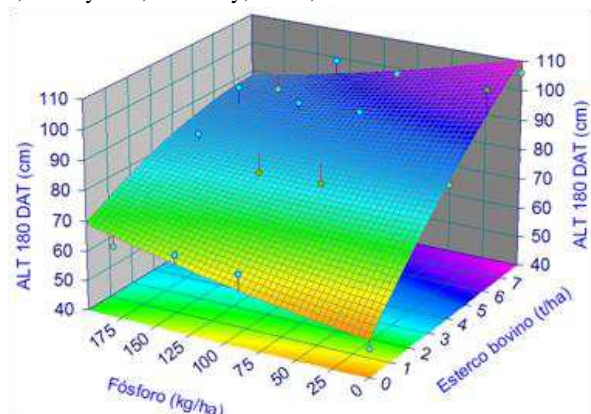
D

$$ALT = 40,5197 + 10,9888^{**}x + 0,2041^{ns}y - 0,3297^{ns}x^2 + 0,0006^{ns}y^2 - 0,0285^{**}xy; r^2 = 0,9122$$



E

$$ALT = 52,2171 + 9,3553**x + 0,0564^{ns}y - 0,2570^{ns}x^2 + 0,0001^{ns}y^2 - 0,0243**xy; r^2 = 0,9212$$

**F**

$$ALT = 54,7771 + 8,5080**x + 0,1156^{ns}y - 0,1413^{ns}x^2 - 4,1386e-05^{ns}y^2 - 0,0307**xy; r^2 = 0,9180$$

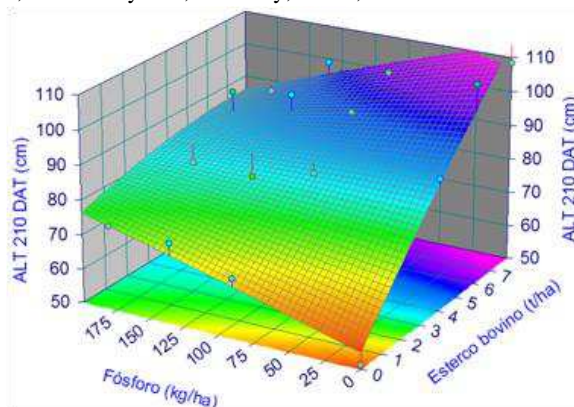


Figura 5. Altura de plantas de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 60 DAT (A); 90 DAT (B); 120 DAT (C); 150 DAT (D); 180 DAT (E); e 210 DAT (F). Campina Grande – PB, 2014

A aplicação da dose de 5,83 e 180; 7,69 e 0 ; e 8 t ha⁻¹ de MO e 67,5 kg ha⁻¹ de P respectivamente, propiciaram a obtenção de plantas com altura máxima de 46,10; 67,61; e 85,73 cm, registrados aos 60, 90 e 120 DAT (Figuras 5A, 5B e 5C), enquanto para as demais épocas, obtiveram-se valor máximo quando se utilizaram as recomendações de 8 t ha⁻¹ de MO e 0 kg ha⁻¹ de SPS, obtendo-se 107,33; 110,61; e 113,80 cm aos 150, 180 e 210 DAT (Figuras 5D, 5E e 5F) respectivamente. De acordo com Santos (2008), plantas de pinhão-mansão avaliadas aos seis meses de idade apresentavam altura média de 30 cm. Por outro lado, os autores também verificaram que aos 21 meses, as plantas atingiram altura média de 147 cm.

O número de Folhas (NF) foi afetado significativamente pela interação entre os fatores doses de MO e P aos 120 e 150 DAT em nível de 5% de probabilidade (Tabela 8), não registrando-se resposta significativa quanto a interação entre estes fatores aos 60, 90, 180 e 210 DAT ($p > 0,05$). Além disso, observaram-se resposta significativa ($p < 0,01$) para a adubação fosfatada de forma isolada aos 60 DAT. Por outro lado, quando as plantas foram fertilizadas apenas com MO constataram-se resposta significativa (em todos os períodos a 1% de probabilidade).

Tabela 8. Resumo da análise de variância e quadrados médios para Número de Folhas (NF) de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes estádios fenológicos. Campina Grande – PB, 2014

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Número de Folhas					
		60DAT	90DAT	120DAT	150DAT	180DAT	210DAT
MO	3	6723,18**	10639,26**	42659,04**	42659,04**	63237,81**	32528,77**
P	3	1281,85**	587,31 ^{ns}	255,96 ^{ns}	255,96 ^{ns}	198,02 ^{ns}	632,81 ^{ns}
MO x P	9	176,57 ^{ns}	160,25 ^{ns}	980,36*	980,36*	1628,35 ^{ns}	789,97 ^{ns}
Bloco	3	443,68 ^{ns}	9418,39**	223,63 ^{ns}	223,63 ^{ns}	2264,22 ^{ns}	371,18 ^{ns}
Resíduo	45	195,68	319,21	428,01	428,01	812,06	797,63
CV (%)		21,85	22,29	16,95	16,95	22,18	29,61

^{ns} não significativo pelo Teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

O número de folhas também foi influenciado pelas recomendações de adubação orgânica e fosfatada testadas, em todos os períodos estudados (Figura 6), ajustando-se ao modelo polinomial quadrático (Figura 6A, 6B e 6E) e modelo linear (Figuras 6C, 6D e 6F).

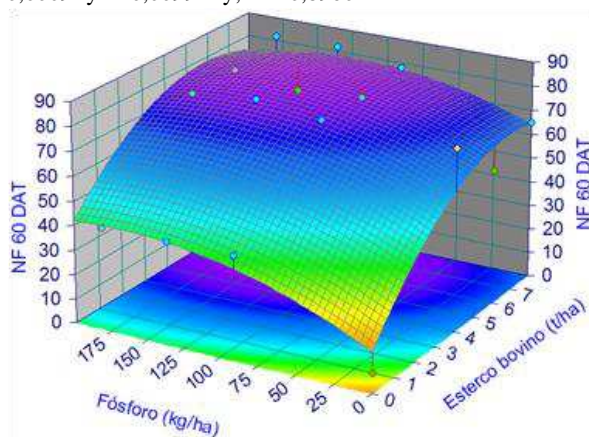
Verificou-se que foram diagnosticados efeito linear ao nível de 1% de probabilidade para as recomendações de Matéria Orgânica (MO) aos 60, 90, 120, 150, e 210 DAT. Além disso, detectaram-se efeito quadrático para a adubação orgânica aos 60 e 90 DAT ao nível de 1% e de 5% aos 180 DAT. No que diz respeito a adubação fosfatada constataram-se efeito linear ao nível de 5% aos 60 e 90 DAT. Freiberger (2012) evidencia que a adubação fosfatada é importante para estruturação de plantas de pinhão-manso, entretanto o requerimento é muito baixo durante o crescimento inicial. De acordo com Lynch et al., (1991) e Rodríguez et al., (1998) é importante destacar que a deficiência de P diminui a área foliar em consequência principalmente da redução no número de folhas e, secundariamente, da limitação à expansão da folha.

Alves et al. (2010), estudando o efeito da adubação orgânica sobre o crescimento inicial de plantas de pinhão-manso constataram que a adição de matéria orgânica promoveu aumento considerável sobre o número de folhas e área foliar. Os autores supracitados observaram que a planta cultivada em solo sem aplicação de esterco bovino,

apresentou menor porte, copa reduzida e baixo número de ramos, conseqüentemente menor densidade foliar, o que resulta em menor taxa fotossintética da planta. De forma similar, Medeiros et al. (2010), avaliando os efeitos da aplicação de diferentes fontes de matéria orgânica sobre o desenvolvimento de mudas de pinhão manso, observaram que nos tratamentos contendo esterco bovino as plantas apresentaram melhor crescimento em altura (16,70 cm), número de folhas (4,17) e área foliar (265,34 cm²) quando comparado aquelas produzidas em substrato contendo cama de frango. Para a variável área foliar o esterco bovino também proporcionou resultados superiores quando comparados a aplicação de lodo de esgoto.

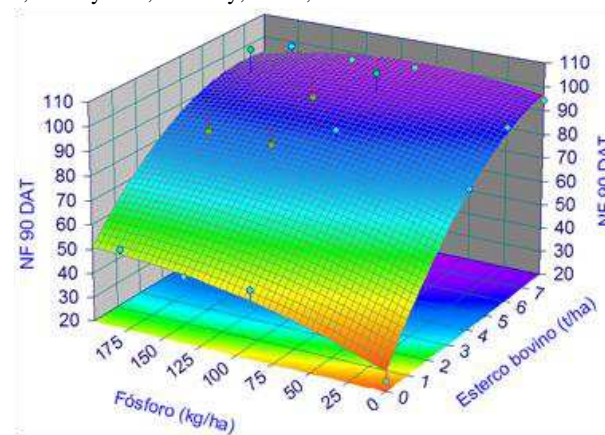
A adubação orgânica e fosfatada em conjunto propiciou condições adequadas para o crescimento das plantas até as doses de 8 e 88,38 ; 8 e 180 ; e 8 t ha⁻¹ de MO e 180 kg ha⁻¹ de P respectivamente, para o número de folhas (NF) nas seguintes fases fenológicas de desenvolvimento da planta (120, 150 e 210 DAT; Figuras 4C, 4D e 4F), verificando-se número de folhas máximos de 171; 175; e 143 unidades, enquanto aos 60 DAT, observaram-se valor máximo quando se aplicaram as doses de 7,12 t ha⁻¹ de MO e 180 kg ha⁻¹ de P, constatando-se acréscimo de 97 folhas. Para os estádios fenológicos avaliados aos 90 e 180 DAT os resultados indicaram que a dose de 8 t ha⁻¹ de MO e 180 kg ha⁻¹ de P, propiciaram a obtenção de 103 e 183 folhas (Figuras 7B e 7E) respectivamente.

A
 $NF = 16,6940 + 14,2721^{**}x + 0,3061^{*}y - 1,0403^{**}x^2 - 0,0009^{ns}y^2 - 0,0099^{ns}xy; r^2 = 0,8960$

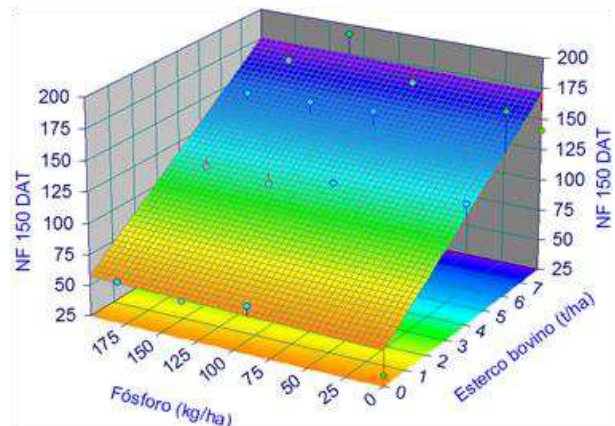
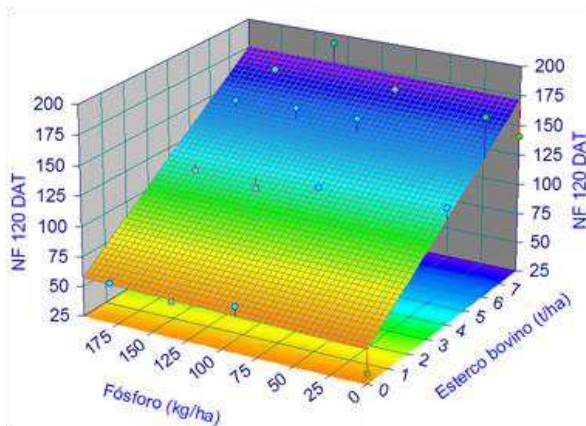


C
 $NF = 53,3393 + 14,8214^{**}x + 0,0206^{ns}y; r^2 = 0,8921$

B
 $NF = 28,0401 + 15,8278^{**}x + 0,2245^{*}y - 0,9075^{**}x^2 - 0,0006^{ns}y^2 - 0,0161^{ns}xy; r^2 = 0,9511$



D
 $NF = 53,3948 + 14,7975^{**}x + 0,0208^{ns}y; r^2 = 0,8921$



E
 $NF = 44,2508 - 2,575^{ns}x + 0,1538*x^2 - 0,0013*x^3 + 0,0759^{ns}y - 0,0003^{ns}y^2; r^2 = 0,9267$

F
 $NF = 31,3034 + 12,7517^{**}x + 0,0665^{ns}y; r^2 = 0,8662$

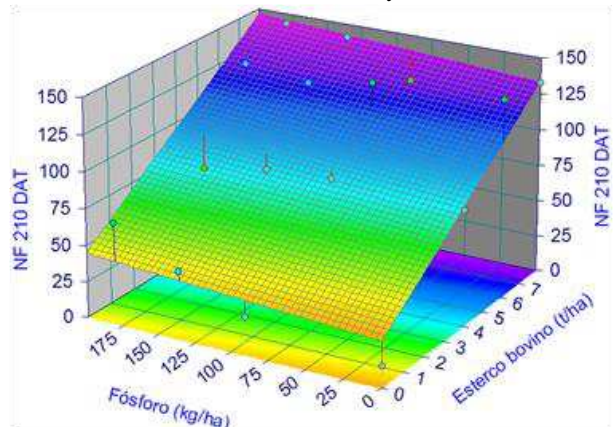
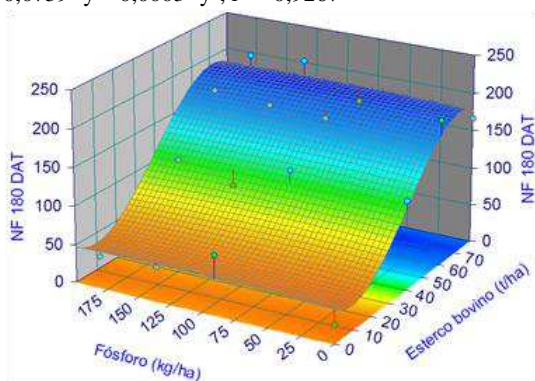


Figura 6. Número de folhas por planta⁻¹ de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 60 DAT (A); 90 DAT (B); 120 DAT (C); 150 DAT (D); 180 DAT (E); e 210 DAT (F). Campina Grande – PB, 2014

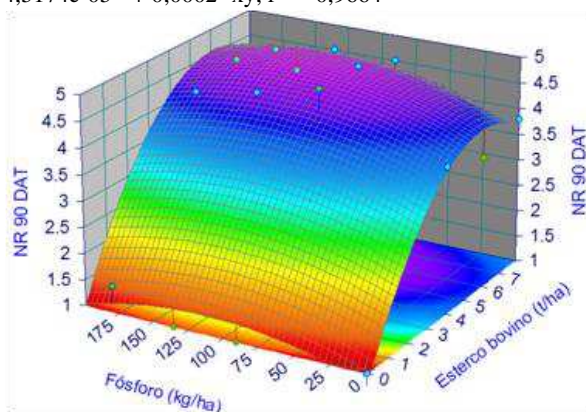
Quanto ao Número de Ramos (NR), estes foram mensurados a partir dos 90, 120, 150, 180 e 210 DAT, visto que aos 60 DAT as plantas apresentavam apenas um ramo em todos os tratamentos não sendo possível a obtenção de resultados da análise de variância. De forma geral, observa-se que o NR foi afetado significativamente pela interação entre os fatores MO e P por ocasião da floração (180 DAT) em nível de 1% de probabilidade, não registrando-se resposta significativa à interação entre a adubação orgânica e fosfatada aos 90, 120, 180 e 210 DAT ($p > 0,05$). Quanto a aplicação de P de forma isolada observou-se resposta significativa ($p < 0,05$) aos 90, 120 e 180 DAT, por outro lado quando se aplicado apenas matéria orgânica constataram-se resposta significativa em todos períodos pesquisados ($p < 0,01$).

Tabela 9. Resumo da análise de variância e médias do Número de Ramos (NR) de plantas de pinhão-mansó em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Campina Grande – PB, 2014

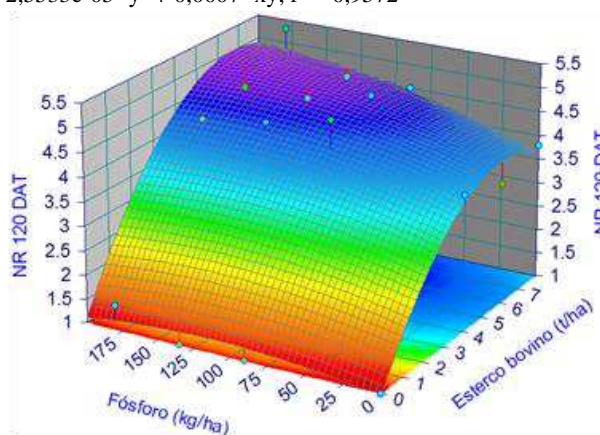
Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		Número de Ramos (NR)				
		90 DAT	120 DAT	150 DAT ¹	180 DAT	210 DAT ²
MO	3	42,37**	42,37**	3,65**	39,27**	2,88**
P	3	2,42*	2,42*	0,06 ^{ns}	3,10*	0,26 ^{ns}
MO x P	9	0,43 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,27**	1,58 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Bloco	3	0,62 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Resíduo	45	0,84	0,84	0,09	0,83	0,13
CV (%)		25,67	25,75	16,37	25,45	19,34

^{ns} não significativo pelo Teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F. ¹ Dados transformados para $\sqrt{(x)}$, (CV % 30,49), ² Dados transformados para $\sqrt{(x)}$, (CV % 35,73). Campina Grande – PB, 2014

A
 $NR = 0,7751 + 1,1091**x + 0,0103*y - 0,0940**x^2 - 4,5174e-05^{ns} + 0,0002^{ns}xy; r^2 = 0,9664$

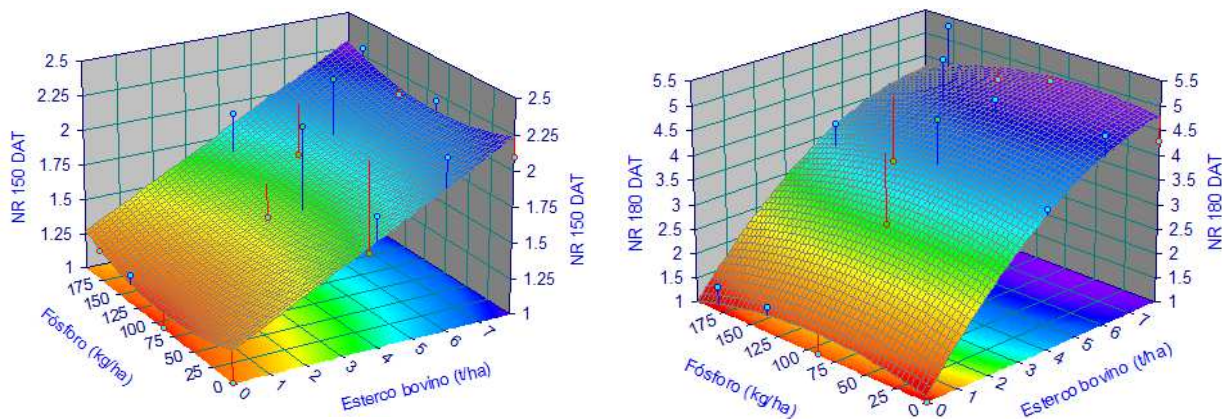


B
 $NR = 0,9287 + 1,0124**x + 0,0060^{ns}y - 0,0841**x^2 - 2,5533e-05^{ns}y^2 + 0,0007^{ns}xy; r^2 = 0,9572$



C
 $NR = 1,2211023 + 0,1275**x - 0,00224975^{ns}y + 1,37486e-05^{ns}y^2, r^2 = 0,6226$

D
 $NR = 1,097 + 0,0832**x + 0,0067^{ns}y - 0,0005^{ns}x^2 - 3,6195e-05^{ns}y^2 - 2,6032e-05^{ns}xy r^2 0,8027$



E

$$NR = 1.028353432 + 0.292929035**x + 0.000546846^{ns}y - 0.02244318**x^2 + 8.13692e-06^{ns}y^2 - 8.6168e-05^{ns}xy$$

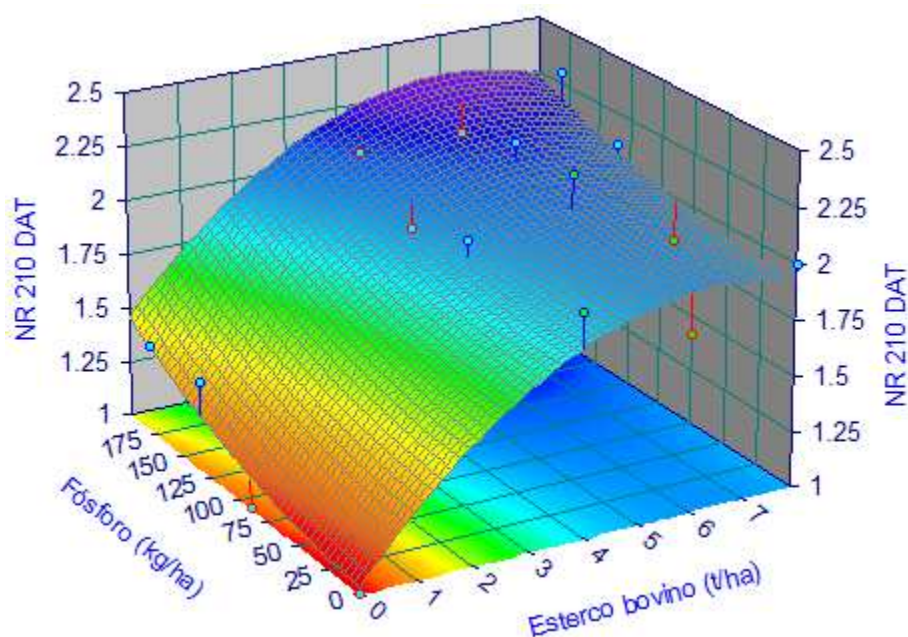


Figura 7. Número de ramos por planta⁻¹ de plantas de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 90 DAT (A); 120 DAT (B); 150 DAT (C); 180 DAT (D); e 210 DAT (E). Campina Grande – PB, 2014

De forma geral, observa-se que o número de ramos ajustou-se ao modelo quadrático, com significância variando entre $p < 0,01$ e $p < 0,05$ (Figura 7) em todas as épocas avaliadas, exceto aos 150 DAT os quais verificou-se que os dados se ajustaram ao modelo linear. Constataram ainda, efeito linear ao nível de 1% de probabilidade para esta variável de crescimento quando se aplicaram matéria orgânica aos 90, 120 e 150 e a 5% aos 180 DAT. De forma similar observaram resposta quadrática a adubação com matéria

orgânica aos 90, 120 e 210 DAT ($p < 0,01$), enquanto para a adubação fosfatada observaram-se efeito linear ao nível de 5% apenas aos 90 DAT, não exibindo significância nos demais períodos ($p > 0,05$).

De acordo a Figura 5, observa-se que o maior número de ramos foram detectados aos 90, 120, 150, 180 e 210 DAT, quando se aplicaram as doses máximas MO (8 t ha^{-1}) e de P (180 kg ha^{-1}), propiciando valores de 4,8; 5,3; 2,3; 5,3; e 2,3 respectivamente. Por outro lado, para os estágios fenológicos de 150 e 210 DAT estes foram transformados para \sqrt{x} , no final da pesquisa, os quais verificaram-se que o número de ramos manteve-se constante. Uma das possíveis explicações pode esta correlacionada a baixa eficiência da adubação orgânica e fosfatada, visto que sua aplicação foi realizada aproximadamente seis meses antes desta avaliação, ficando evidente que a mineralização da matéria orgânica e a exportação de nutrientes pelas plantas, além das frequentes perdas por lixiviação, podem explicar em parte estes resultados. Por outro lado, geralmente por ocasião do início do segundo ciclo da cultura é recomendável que seja realizada a poda das plantas garantindo a quebra da dominância apical e a emissão de ramificações laterais. Neste contexto, sugere-se que as adubações a base de matéria orgânica e fósforo sejam restituídas no início de cada ciclo.

O estudo da área foliar é muito importante, pois permite ao pesquisador identificar melhor a resposta dos tratamentos aplicados na cultura, uma vez que, esta variável é responsável pela fotossíntese devido à incidência direta dos raios solares. Os efeitos da Área Foliar ($AF_{30\%}$) para a cultura do pinhão-manso em resposta a aplicação de Matéria Orgânica (MO) e fósforo (P), estão apresentados na Tabela 10. Constata-se efeito significativo ($p < 0,01$) da interação entre os fatores recomendações de MO e P aos 150 e 180 DAT, não verificando-se resposta significativa ($p > 0,05$) nos demais estádios de desenvolvimento das plantas. Porém, observa-se ainda resposta significativa quando se aplicaram MO de forma isolada a 1% de probabilidade em todas as épocas de avaliação, fato não constatado para a adubação fosfatada (P).

Tabela 10. Resumo da análise de variância e médias da Área Foliar (AF_{30%}) de plantas de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas. Campina Grande – PB, 2014

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Área Foliar (AF _{30%})					
		60DAT ¹	90DAT ²	120DAT	150DAT	180DAT ³	210DAT ⁴
MO	3	0,64**	8358,61**	3,345E10**	3,750E10**	247897,31**	119705,94**
P	3	0,08 ^{ns}	863,53 ^{ns}	1,935E8 ^{ns}	5,294E8 ^{ns}	977,14 ^{ns}	1408,02 ^{ns}
MO x P	9	0,14 ^{ns}	715,46 ^{ns}	2,61E8 ^{ns}	9,487E8 ^{ns}	4093,19**	1885,93 ^{ns}
Bloco	3	0,09 ^{ns}	5081,79**	5,363E8 ^{ns}	1,293E8**	1337,98 ^{ns}	796,77 ^{ns}
Resíduo	45	0,07	1025,60	2,522E8	3,065E8	1385,62	1616,93
CV (%)		6,71	24,92	23,51	24,15	15,12	23,49

^{ns} não significativo pelo Teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

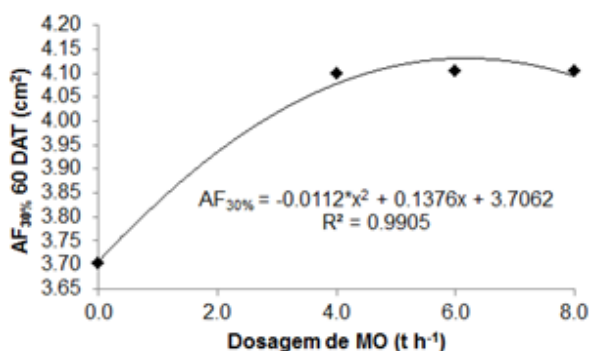
¹ Opção de transformação: Logarítmo base 10 de Y - Log₁₀ (Y) (CV % 66,12)

² Opção de transformação: Raiz quadrada de Y + 1.0 - SQRT (Y + 1.0) (CV % 5 2,15)

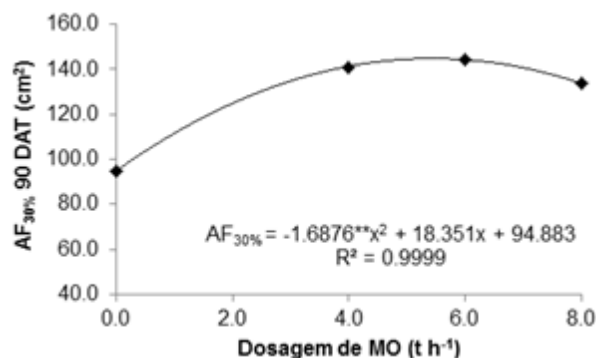
³ Opção de transformação: Raiz quadrada de Y + 1.0 - SQRT (Y + 1.0) (CV % 30,02)

⁴ Opção de transformação: Raiz quadrada de Y + 0.5 - SQRT (Y + 0.5) (CV % 40,98)

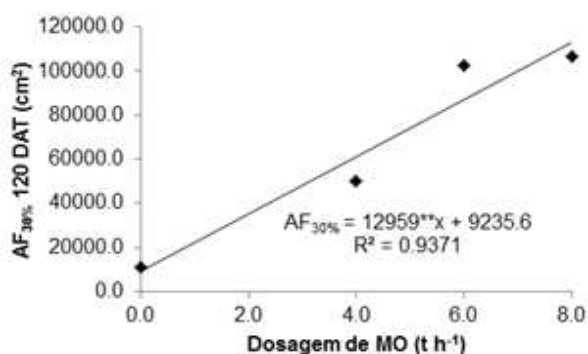
A



B



C



D

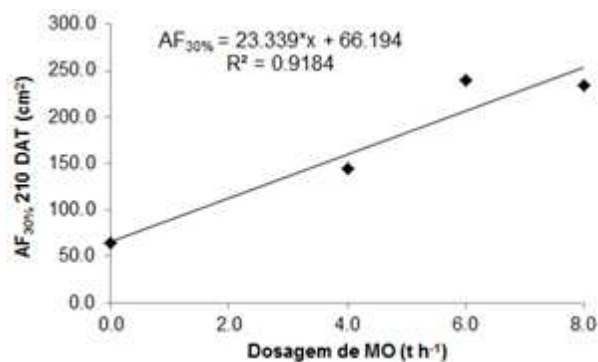
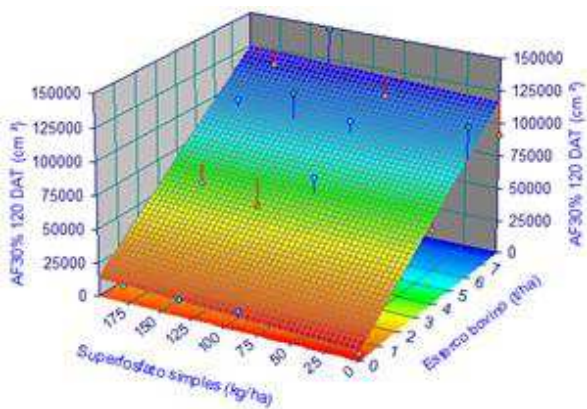


Figura 8. Área foliar ($AF_{30\%}$) por planta⁻¹ de plantas de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Aos 60 DAT (6A)*; 90 DAT (6B)*; 120 DAT (6C); e 210 DAT (6D)*. Campina Grande – PB, 2014

A

$$AF_{30\%} = 6625,303268 + 13832,66261^{**}x + 35,75238889^{ns}y; r^2 = 0,8767983248$$



B

$$AF_{30\%} = 69,88592695 + 44,30377273^{**}x - 1,12221591^{ns}x^2 + 0,094315873^{ns}y; r^2 = 0,9166623468$$

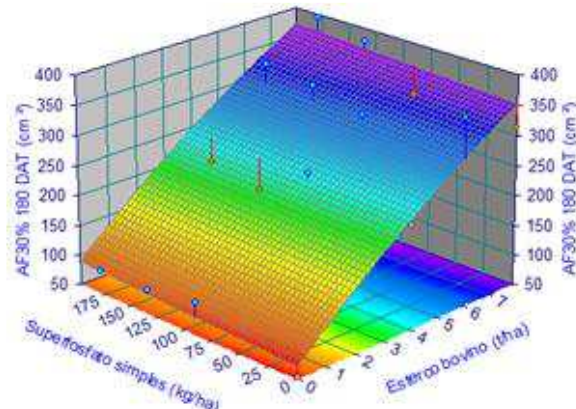


Figura 9. Área foliar ($AF_{30\%}$) por planta⁻¹ de plantas de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Aos 150 DAT (6A); e 180 DAT (6B)*. Campina Grande, PB, 2014. *Gráfico plotado a partir de dados transformados.

A área foliar ($AF_{30\%}$) de plantas de pinhão-mansão (Figuras 8 e 9) não foram influenciadas pelas ações conjuntas da adubação orgânica e fosfatada (60, 90, 120 e 210 DAT), exceto para as avaliações realizadas aos 150 e 180 DAT. Apesar de ter ocorrido interação significativa entre os fatores estudados constata-se que a adubação fosfatada promoveu resultados pouco expressivos aos 150 DAT, sendo a melhor resposta observada quando as plantas foram avaliadas aos 180 DAT. A área foliar é uma das variáveis que

mais se correlaciona com os teores de N no solo, visto que, a expansão dos tecidos foliares estão associados a maior capacidade fotossintética da planta que por sua vez esta diretamente correlacionada com o teor de clorofila. Quanto aos efeitos da aplicação de P é provável que tenha ocorrido uma maior demanda por este nutriente na fase de floração e frutificação.

Quanto aos estádios fenológicos 60 e 90 DAT, observou-se resposta quadrática a aplicação de matéria orgânica com maiores valores de área foliar foram obtidos (4,12 e 144,77 cm²) quando se aplicaram as recomendações de 6,14 e 5,44 t ha⁻¹ de MO. Enquanto que as 120 DAT (Figura 7C) os dados se ajustou ao modelo quadratico (5%) e aos 210 DAT registrou-se resposta linear ao nível de 1% de probabilidade. De forma geral, a dose de 8 t ha⁻¹, foi a que promoveu maior rendimento (12.599 cm²) em termos de área foliar.

4. CONCLUSÕES

1. O diâmetro caulinar, altura de planta, números de ramos, números de folhas e área foliar por planta em diferentes épocas foram influenciados pelas recomendações de adubação orgânica;
2. A aplicação de duas vezes a dose de orgânica e fosfatada (8 t ha⁻¹ de matéria orgânica e 135 kg ha⁻¹ de fósforo) recomendada pelo laboratório de análise de solo foi adequada para o desenvolvimento das plantas;
3. A aplicação de uma vez e meia a dose de fertilizante recomendada pelo laboratório de análises de solo de matéria orgânica, o correspondente a 6 t ha⁻¹ de esterco bovino, isolada, ou associada a 135 kg ha⁻¹ de P, é suficiente para suprir a demanda nutricional quanto a N e P no primeiro ano de cultivo;
4. A adubação fosfatada associada à adubação orgânica influenciou significativamente a diâmetro caulinar, altura da planta, o número de ramificações e numero de folhas, exceto para a área foliar de plantas de pinhão-manso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, J. M. A.; Sousa, A. de A.; Silva, S. R. G. da.; Lopes, G. N.; Smiderle, Oscar, J.; Uchôa, S. C. P. Pinhão-manso: uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da amazônia brasileira. *Agro@mbiente On-line*, vol.2, no. 1, jan/jun. Boa Vista, 2008.
- Alves, G. da S.; Beltrão, N. E. de M.; Brito Neto, J. F. de.; Sampaio, L. R.; Marçal, J. A.; Amorim, M. L. C. M. de. Silva, F. V. de F. Efeito da adubação orgânica sobre o crescimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010.
- Arruda, R. L.; Queiroz, P. A. de.; Costa, N. V. d.; Saraiva, A. de S.; Erasmo, A. L. Avaliação do crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. sob diferentes doses de fósforo aplicados na base. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. Vol. 4, Nº 4 (2013).
- Basha, S. D.; Francis, G.; Makkar, H. P. S.; Becker, K.; Sujatha, M. A comparative study of biochemical traits and molecular markers for assessment of genetic relationships between *Jatropha curcas* L. germplasm from different countries. *Plant Science*, Limerick, n. 176, p. 812-823, 2009.
- Carneiro, J. G. de A. Determinação do padrão de qualidade *Pinus taeda* para plantio definitivo. Curitiba: UFPR, 1976. 70p. Tese Mestrado.
- Coelho, M. A.; Soncin, N. B. Geografia do Brasil. São Paulo: Ed. Moderna. 1982. 368p.
- Colodro, G.; Espíndola, C. R. Alterações na fertilidade de um latossolo degradado em resposta à aplicação de lodo de esgoto. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.28, p.1-15, 2006.
- Ferreira, D. F. Sisvar - Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.
- Ferreira, A. C.; Soares, F. A. L.; Teixeira, M. B.; Silva, N. F. da.; Silva, F. C. da.; Pereira, G. F. Desenvolvimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da irrigação por gotejamento subsuperficial. IV WINOTEC Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação. INOVAGRI – International Meeting. Fortaleza-CE. 28 a 31 de maio de 2012.
- Freiberger, M. B. Crescimento inicial e nutrição do pinhão-manso em função da adubação NPK. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônômicas, 68 f. Botucatu-SP. Dissertação de Mestrado. maio de 2012.
- Freiberger, M. B.; Guerrini, I. A.; Castoldi, G.; Pivetta, L. G. Adubação fosfatada no crescimento inicial e na nutrição de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência e Solo* 38:232-239, 2014.
- Laviola, B. G.; Martinez, H. E. P.; Souza, R. B.; Alvarez, V.; V. H. Dinâmica de N e K em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. *Bioscience Journal*, v.22, p.33-47, 2007.

- Laviola, B. G.; Dias, A. S., Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso, Revista Brasileira de Ciência do Solo v. 32 nº 5, Viçosa, 2008.
- Lima, R.L.S.; Severino, L.S.; Sampaio, L.R.; Sofiatti, V.; Beltrão, N.E.M.; Freire, M.A.O.; Leão, A.B. Efeito da Adubação Fosfatada no Crescimento de Mudas de Pinhão Manso. In: 4º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gordura e Biodiesel, 2007, Varginha. Anais...Varginha, 2007.
- Lima, R. L. S.; Sampaio, L. R.; Freire, M. A. de O.; Carvalho Júnior, G. S.; Sofiatti, V.; Arriel, N. H. C.; Beltrão, N.E.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.
- Lima, R. L. S.; Severino, L. S.; Sampaio, L. R.; Freire, M. A. O.; Beltrão, N. E. M.; Arriel, N. H. C. Crescimento e teor foliar de nutrientes em mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em substratos contendo cinco materiais orgânicos e fertilizante mineral. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, v.13, n.1, p. 29 – 36, 2009.
- Lima, R. de L. S. de.; Severino, L. S.; Ferreira, G. B.; Sofiatti, V.; Sampaio, L. R.; Beltrão, N. E. de M. Casca de mamona associada a quatro fontes de matéria orgânica para a produção de mudas de pinhão-manso. Revista Ceres (Impr.) vol.58 no.2 Viçosa Mar./Apr. 2011.
- 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.
- Lynch, J.; Läuchli, A.; Epstein, E. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. Crop Science, Madison, v. 31, p. 380-387, 1991.
- Medeiros, K. A. A. de L.; Sofiatti, V.; Silva, H.; Lima, R. L. da S. de; Lucena, A. da M. A. de.; Vasconcelos, G. C.; Arriel, N. H. C. Mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) produzidas em diferentes fontes e doses de matéria orgânica. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010.
- Medeiros, S. da S.; Lima, V. L. A.; Azevedo, C. A. V. de; Alves, A. de S.; Silva, A. S. Crescimento inicial do pinhão-manso sob condições de casa de vegetação. Rev. Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v.5, n.3, p.27-33, set. 2011.
- Nery, A. R. N.; Rodrigues, L. N.; Silva, M. B. R.; Fernandes, P. D.; Chaves, L. H. G.; Dantas Neto, J.; Gheyi, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. Rev. bras. eng. agrícola. ambiental. vol.13 nº.5 Campina Grande-PB. Set./Out. 2009.
- Peixoto, A. R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973. 282p.
- Prates, F. B de S.; Lucas, C dos S. G.; Sampaio, R. A.; Brandão Júnior, D. da S.; Fernandes, L. A.; Zuba Junio, G. R. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com

superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 207-213, abr-jun, 2012.

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.*

Ribeiro Junior, J.I. *Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

Rodríguez, D. Keltjens, W. G.; Goudriaan, J. Plant leaf areaexpansion and assimilate production in wheat (*Triticum aestivum* L.) growing under low phosphorus conditions, *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 200, p. 227-240, 1998.

Santos, C. M. dos. Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes épocas do ano no estado de alagoas. Rio Largo: UFAL, 2008. 79p. Dissertação de Mestrado.

Silva, M. B. R.; Dantas Neto, J.; Fernandes, P. D.; Farias, M. S. S. de. Cultivo de Pinhão Manso sob condições de estresse hídrico e salino, em ambiente protegido. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. V. 9. n. 2. 2º Semestre. ISSN 1519-5228. 2009.

Severino, L. S.; Vale, L. S.; Beltrão, N. E. de M. A simple method for measurement of *Jatropha curcas* leaf area. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.11, p.9- 14, 2007.

Sousa, A. de J.; Carvalho, H. O. G.; Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da irrigação, adubação orgânica e cobertura do solo. *Revista Caatinga*, vol. 25, núm. 1, enero-marzo, 2012, pp. 104-112

CAPITULO III

**RESPOSTA DA CULTURA DO PINHÃO-MANSO A ADUBAÇÃO ORGÂNICA E
FOSFATADA EM CONDIÇÕES IRRIGADAS**

RESPOSTA DA CULTURA DO PINHÃO-MANSO A ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FOSFATADA EM CONDIÇÕES IRRIGADAS

Resumo: O pinhão-manso (*Jathopa curcas* L.) é uma espécie perene que para produzir satisfatoriamente demanda quantidades expressivas de nutrientes. Conduziu-se experimento em condições de vaso, em delineamento de blocos casualizados, em quatro repetições e uma planta por parcela, objetivando avaliar diferentes recomendações de adubação baseadas na análise de solo. Os tratamentos consistiram de uma combinação fatorial 4 x 4, sendo os fatores constituídos por 4 recomendações de adubação orgânica: ausência de adubação (0 t ha⁻¹), dose recomendada (4 t ha⁻¹), uma vez e meia a dose recomendada (6 t ha⁻¹) e duas vezes a dose recomendada (8 t ha⁻¹), e 4 recomendações de adubação fosfatada (ausência do fertilizante fosfatado (0); dose recomendada (90 kg ha⁻¹); uma vez e meia a dose recomendada (135 kg ha⁻¹) e duas vezes a dose recomendada (180 kg ha⁻¹). Cento e oitenta dias após o transplântio das mudas para os vasos foram mensuradas as variáveis de crescimento e componentes de produção. A altura da planta, número de ramificações, diâmetro caulinar, área foliar, número de inflorescências, número de frutos, número de cachos, número de frutos por cachos, massa de frutos, número de sementes por frutos, número de sementes por planta e massa total de sementes por planta foram influenciados pelas recomendações de adubação. A recomendação de adubação orgânica e fosfatada sugerida pelo laboratório de análise de solo (4 t ha⁻¹ de matéria orgânica e 90 kg ha⁻¹ de fósforo) foi insuficiente para a obtenção de plantas produtivas. O uso isolado de matéria orgânica na adubação da cultura do pinhão-manso promove efeitos positivos sobre as variáveis de crescimento e componentes de produção. A aplicação de uma vez e meia a dose de fertilizante recomendada pelo laboratório de análises de solo de matéria orgânica, o correspondente a 6 t ha⁻¹ de esterco bovino, isolada, ou associada a 135 kg ha⁻¹ de P, é suficiente para suprir a demanda nutricional quanto a N e P no primeiro ano de cultivo. A adubação fosfatada associada à adubação orgânica influenciou significativamente a altura da planta, o número de ramificações, o diâmetro caulinar, a área foliar, a produção de sementes por planta e a massa total de sementes de plantas de pinhão-manso.

Palavras-chave: *Jathopa curcas* L.; recomendação de adubação, esterco bovino

RESPONSE JATROPHA CULTURE ORGANIC FERTILIZER AND PHOSPHATE IN IRRIGATED CONDITIONS

Abstract: The jatropa (*Jathopa curcas* L.) is a perennial species to produce satisfactorily demand significant amounts of nutrients. Was conducted experiment potted conditions in a randomized block design with four replications and one plant per plot, to evaluate different

fertilizer recommendations based on soil analysis. Treatments consisted of a factorial combination 4 x 4 factorial consisting of 4 recommendations of organic fertilizer: without fertilization (0 t ha⁻¹), recommended dose (4 t ha⁻¹), one and a half the recommended dose (6 t ha⁻¹) and twice the recommended dose (8 t ha⁻¹), and 4 phosphate fertilizer recommendations (absence of phosphate fertilizer (0), recommended dose (90 kg ha⁻¹), one and a half the recommended dose (135 kg ha⁻¹) and twice the recommended dose (180 kg ha⁻¹). one hundred and eighty days after transplanting the seedlings to pots the growth variables and yield components were measured. the height of the plant, number of branches, stem diameter, leaf area, inflorescence number, number of fruits, number of clusters, number of fruits per cluster, fruit weight, number of seed per fruit, number of seeds per plant and total mass of seeds per plant were influenced by fertilizer recommendations. the recommendation of organic and phosphate fertilizer suggested by soil analysis laboratory (4 t ha⁻¹ of organic matter and 90 kg phosphorus ha⁻¹) was insufficient to obtain productive plants. The isolated use of organic matter in jatropha crop fertilization promotes positive effects on growth variables and yield components. Applying a fertilizer and a half of the dose recommended by laboratory soil organic matter analysis, corresponding to 6 t ha⁻¹ cattle manure, isolated or associated to 135 kg ha⁻¹ P, it is sufficient to provide nutrient demand as N and P in the first year of cultivation. The phosphorus fertilization associated to organic fertilization significantly influenced plant height, number of branches, the stem diameter, leaf area, seed production per plant and the total mass of seeds of *Jatropha* plants.

Keywords: *Jathopha curcas* L .; fertilizer recommendation, cattle manure

1. INTRODUÇÃO

O pinhão-manso é uma espécie oleaginosa perene nativa da América tropical (Freiberg et al., 2014), cujo óleo produzido em suas sementes tem sido investigado como fonte alternativa na cadeia produtora do biodiesel (Lopes & Steidle Neto, 2011; Raja et al., 2011; Bello & Agge, 2012). De acordo com a literatura (Freire et al., 2011; Hussein et al., 2012; Brito et al., 2013; Freiberg et al., 2014) esta oleaginosa é responsiva a adubação demandando grandes quantidades de nutrientes (Laviola & Dias, 2008) para crescer e produzir satisfatoriamente.

Geralmente, as doses de fertilizantes recomendadas nas adubações de fundação ou cobertura variam de acordo com o estágio fenológico da planta (Pereira et al., 2011), fertilidade do solo e condições hídricas e ambientais (Mohaptra & Panda, 2011). Entretanto na literatura ainda não existe informações disponíveis a respeito de doses de fertilizantes que promovam acréscimos significativos no crescimento e produção desta oleaginosa o que faz o sistema ser pouco produtivo e ineficiente.

Estudos concernentes à adubação desta espécie tem se expandido cada vez mais. Geralmente recomenda-se aplicar nas adubações doses de fertilizantes recomendadas para outras culturas havendo necessidades de se testarem recomendações baseadas em resultados de análise de solo, o que pode variar amplamente em função do ambiente do estudo. Uma das alternativas promissoras para a adubação desta espécie é o uso de material orgânico a exemplo dos esterco de animais (Sop et al., 2011; Schulz et al., 2012) e tortas de oleaginosas (Ghosh et al. 2007), ou através da aplicação de fertilizantes minerais nitrogenados (Prates et al., 2011; Suriharn et al., 2011), fosfatados (Carvalho et al., 2013;) ou potássicos (Freiberg et al., 2014) que podem ser utilizados isolados ou associados a fertilizantes orgânicos (Yong et al., 2010; Hussein et al., 2012).

As limitações quanto a disponibilidade de nutrientes no início do crescimento vegetativo a exemplo do N e do P, pode resultar em restrições quanto a formação do sistema radicular e parte aérea (Silva et al., 2009), bem como para o estágio reprodutivo da cultura (Pereira et al., 2011). De acordo com Laviola & Dias (2008), o P é o nutriente mais limitante ao crescimento inicial e desenvolvimento do sistema radicular bem como sobre a formação de folhas e frutos desta oleaginosa. Apesar de alguns estudos indicarem que a adubação fosfatada é essencial para o desenvolvimento e aumento da rentabilidade dos frutos de pinhão-manso, ainda não existe consenso a respeito da dose mais adequada visto que a maioria das recomendações são realizadas tomando-se como padrões àquelas estabelecidas para outras culturas.

Diversa recomendação de adubação fosfatada e orgânica tem sido citada na literatura nacional e internacional. 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 em condições irrigadas nas condições do Brasil. Na Índia, em regime de sequeiro e clima local sub-úmido, Patólia et al. (2007) recomendam aplicar 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples para o cultivo desta oleaginosa, enquanto Mohaptra & Panda (2011) sob precipitação anual de 300 mm e solo arenoso com baixo teor de matéria orgânica, recomendam o uso de 100 g planta⁻¹ de P. Nas condições do Iran, Akbarian et al. (2010) recomendam aplicar 120 kg ha⁻¹ de P, em condições de sequeiro.

Para a adubação em fundação, na região do agreste paraibano, Brito et al. (2013), recomendam aplicar 54 g cova⁻¹ de P em regime de sequeiro, enquanto Pereira et al. (2011), conduzindo experimento em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, em regime também de sequeiro, recomendam aplicar 150 g cova⁻¹ de P₂O₅ para a obtenção de plantas de pinhão-manso mais produtivas.

Já em condições de vaso na região do agreste paraibano, Freire et al. (2011) constataram que a dose de 70 kg ha⁻¹ de P promoveu melhoria sobre o crescimento vegetativo e componentes de rendimento em plantas de pinhão-manso cultivadas em solo franco arenoso. Por outro lado, Sousa et al. (2011), observaram que a dose de 200 g planta⁻¹ associado a irrigação promoveu resultados satisfatórios sobre a produção. Já Freiberg et al. (2014) verificaram que a dose de 57 mg dm⁻³ de P propiciou condições adequadas para o crescimento inicial de plantas de pinhão-manso. Dose de 55 mg dm⁻³ de P vaso⁻¹ foi diagnosticada como melhor recomendação de adubação fosfatada para a obtenção de plantas vigorosas conduzidas em solo do tipo Neossolo quartzônico, com baixo teor de matéria orgânica, foi observado por Souza et al. (2011).

Quanto a recomendação de adubação orgânica para a cultura do pinhão-manso, Ghosh et al. (2007), recomendam aplicar 3 t ha⁻¹ de torta de pinhão-manso em solos arenosos e conduzido em regime de sequeiro. Já Prates et al. (2011) recomendam o uso de 11 t ha⁻¹ de lodo de esgoto como fonte de matéria orgânica para a obtenção de plantas bem nutridas e produtivas. 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 a cultura do pinhão-manso. Já Hussein et al. (2012) recomendam a dose de 5 kg planta⁻¹ de esterco bovino, para a obtenção de plantas vigorosas e produtivas desta oleaginosa. Para Fernandes et al. (2013) o uso de 12 kg cova⁻¹ de esterco bovino garante uma boa produção desta espécie. 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 plantas de pinhão-manso.

Objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada sugeridas conforme a análise de solo sobre o crescimento vegetativo e componente de produção da cultura do pinhão-manso, em condições de vaso, e irrigado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a céu aberto em uma área pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB com as seguintes coordenadas geográficas: 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 e 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 (COELHO;

SONCIN, 1982). Os dados de precipitação e temperatura do local do cultivo encontram-se na Figura 1.

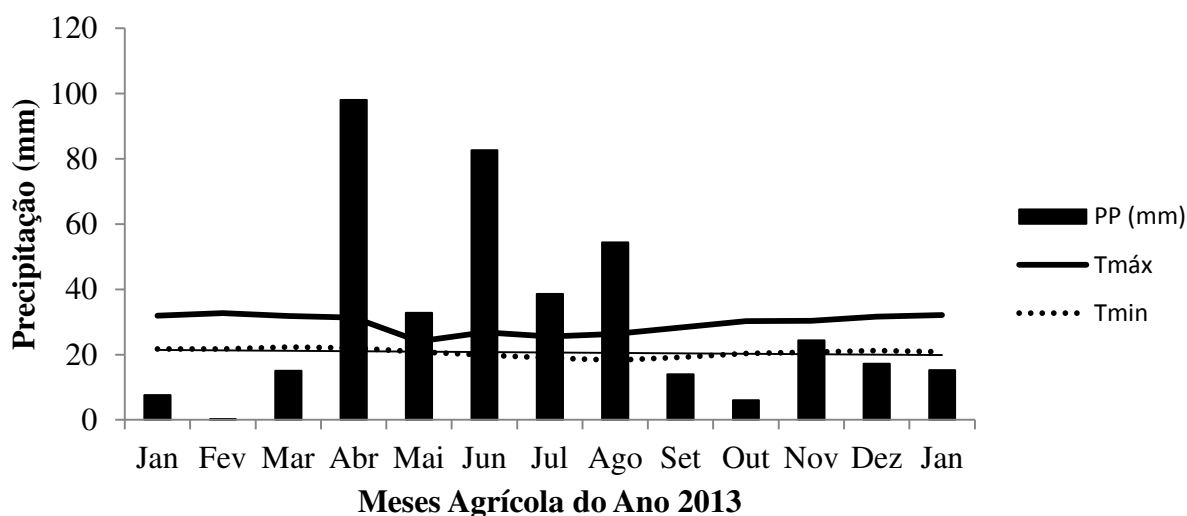


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperaturas médias registradas no período de janeiro de 2013 a janeiro de 2014, Campina Grande-PB. **Fonte:** INSA, 2014

Adotou-se delineamento experimental em blocos casualizados, com 4 repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos resultaram da combinação fatorial entre dois fatores: 4 recomendação de adubação orgânica (ausência do fertilizante (0 t ha^{-1}); dose recomendada (4 t ha^{-1}); uma vez e meia a dose recomendada (6 t ha^{-1}) e duas vezes a dose de matéria orgânica recomendada (8 t ha^{-1})) e 4 recomendações de adubação fosfatada: ausência do fertilizante fosfatado (0 kg ha^{-1}); dose recomendada (90 kg ha^{-1}); uma vez e meia a dose recomendada (135 kg ha^{-1}) e duas vezes a dose de P recomendada (180 kg ha^{-1}). As doses recomendadas do fertilizante orgânico e fosfatado foram determinadas conforme o teor de matéria orgânica e P do solo. A matéria orgânica foi fornecida na forma de esterco bovino e o fósforo na forma de superfosfato simples.

O ensaio foi conduzido em vasos com capacidade para 150 L de substrato. Para o preenchimento dos recipientes utilizaram-se material de solo classificado como Neossolo Quartzônico Estrófico, textura franco-arenoso, retirado a uma camada de 0-30 cm proveniente do distrito de São José da Mata, Campina Grande-PB. Para a definição das necessidades de matéria orgânica e P o solo foi analisado quimicamente, bem como o esterco bovino, pelo laboratório de Análises de Solo e Água da Universidade Federal de Campina Grande, cujos resultados encontram-se nas tabelas 1. O esterco bovino utilizado no ensaio apresentava 10,2; 2,0; 12, 4; 6;6; 4,2 e 2,5 g kg⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Tabela 1. Características químicas do solo da área de cultivo do pinhão-mansão, 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	g kg ⁻¹		
6,3	0,58	0,33	0,38	0,18	12,1	14,0	3,14	20	0,2	1,54	1,17	

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

De acordo com os resultados da análise do solo verificaram-se a não necessidade de correção da acidez nem presença de sais e sódio. Para a adubação e distribuição das recomendações de adubação na área de cultivo os recipientes inicialmente receberam 50% do volume total de solo e a outra metade foi preenchida com as misturas contendo solo, esterco e P, conforme os tratamentos pré-estabelecidos. Para a determinação da lâmina de água a ser aplicada nas irrigações todos os recipientes contendo os tratamentos foram irrigados e postos em capacidade de campo. A lâmina de água aplicada nas irrigações foi definida pela diferença entre o volume retido e o volume drenado. Para a irrigação utilizaram-se água de abastecimento local. As plantas foram irrigadas e o consumo de água utilizado em todo cultivo no período de 180 dias foi de 6.120 L.

O experimento foi implantado em abril de 2013 em espaçamento 3 x 2 m. Para a obtenção das plantas foram produzidas mudas em recipientes plásticos do tipo tubetes com capacidade para 288 dm⁻³ de substrato. Utilizaram para o enchimento dos tubetes substrato comercial Plantmax. Para garantir a germinação das plântulas os recipientes foram mantidos irrigados diariamente até a completa emergência. Após a emergência as mudas foram irrigadas conforme a necessidade hídrica e as condições climáticas do ambiente.

Trinta dias após a emergência das mudas estas foram transplantadas para os containers definitivos contendo os tratamentos. As irrigações foram realizadas ao final da tarde seguindo turno de rega de três dias definidas conforme o volume de água retido e a lâmina drenada. Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratamentos culturais: eliminação manual das plantas daninhas, escarificação superficial do solo a cada intervalo de duas irrigações e pulverizações realizadas uma vez por semana visando o controle preventivo de insetos e doenças fúngicas.

Avaliaram-se o crescimento de plantas de pinhão-mansão aos 180 dias após o transplantio para os containers (DAT), através da mensuração da altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e número de ramos planta⁻¹, e por ocasião do

florescimento foram determinados os componentes de produção, número de inflorescências planta⁻¹, número de frutos planta⁻¹, número de cachos planta⁻¹, número de frutos cacho⁻¹, massa de frutos planta⁻¹, número de sementes planta⁻¹, número de sementes cachos⁻¹ e massa total das sementes planta⁻¹, respectivamente.

A altura de planta foi definida considerando-se o galho principal e mensurando-se do colo da planta ao ápice, o diâmetro de caule foi medido a 5 cm da superfície do solo e na contagem do número de folhas consideraram-se todas as folhas totalmente expandidas e com comprimento igual ou superior a 3 cm. A área foliar foi estimada em 30% do número de folhas total planta⁻¹ utilizando-se a Equação 1, proposta por Severino et al. (2007). $AF = \Sigma 0,84 (P + L)^{0,99}$ (1) em que, - AF - área foliar (cm²); - Σ - somatório da área foliar; - p - comprimento da nervura central da folha (cm) e L - largura da folha.

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, 2003). Foram estimados os pontos de máximo e/ou mínimo das equações de regressão através da derivada de “Y” em relação à “X”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da planta, número de ramos, diâmetro caulinar e área foliar de plantas de pinhão-mansão cultivadas em condições de vaso e irrigadas foram influenciados significativamente pela aplicação conjunta de esterco bovino e superfosfato simples (Tabela 2). É evidente que a matéria orgânica parece ter disponibilizado teores adequados de nutrientes e que a adição de P contribuiu positivamente para o desenvolvimento das plantas.

Tabela 2. Altura de planta (AP), número de folhas planta⁻¹ (NFP), número de ramos planta⁻¹ (NRP), diâmetro caulinar planta⁻¹ (DCP) e área foliar planta⁻¹ (AFP) de plantas de pinhão-mansão em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada. Campina Grande, PB, 2014

FV	Quadrados Médios					
	GL	AP	NF	NR	DC	AF _{30%}
Matéria Orgânica (M.O)	3	13509,3**	1628,3 ^{ns}	102,4**	10,3**	2644461,0**
Fósforo (P)	3	230,7*	527,4 ^{ns}	8,6**	0,8**	23424,7*
M.O x P	9	255,1**	75,3 ^{ns}	1,5*	0,2**	15023,4*
Bloco	3	238,4*	2264,2 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	2542,5 ^{ns}
Resíduo	45	47,3	812,0	0,9	0,1	5673,9
C.V	-	8,2	22,1	25,4	5,2	15,7

**significativo a 1%, * significativo a 5%, ns = não significativo, GL= graus de liberdade, QM = Quadrado médio e CV=coeficiente de variação.

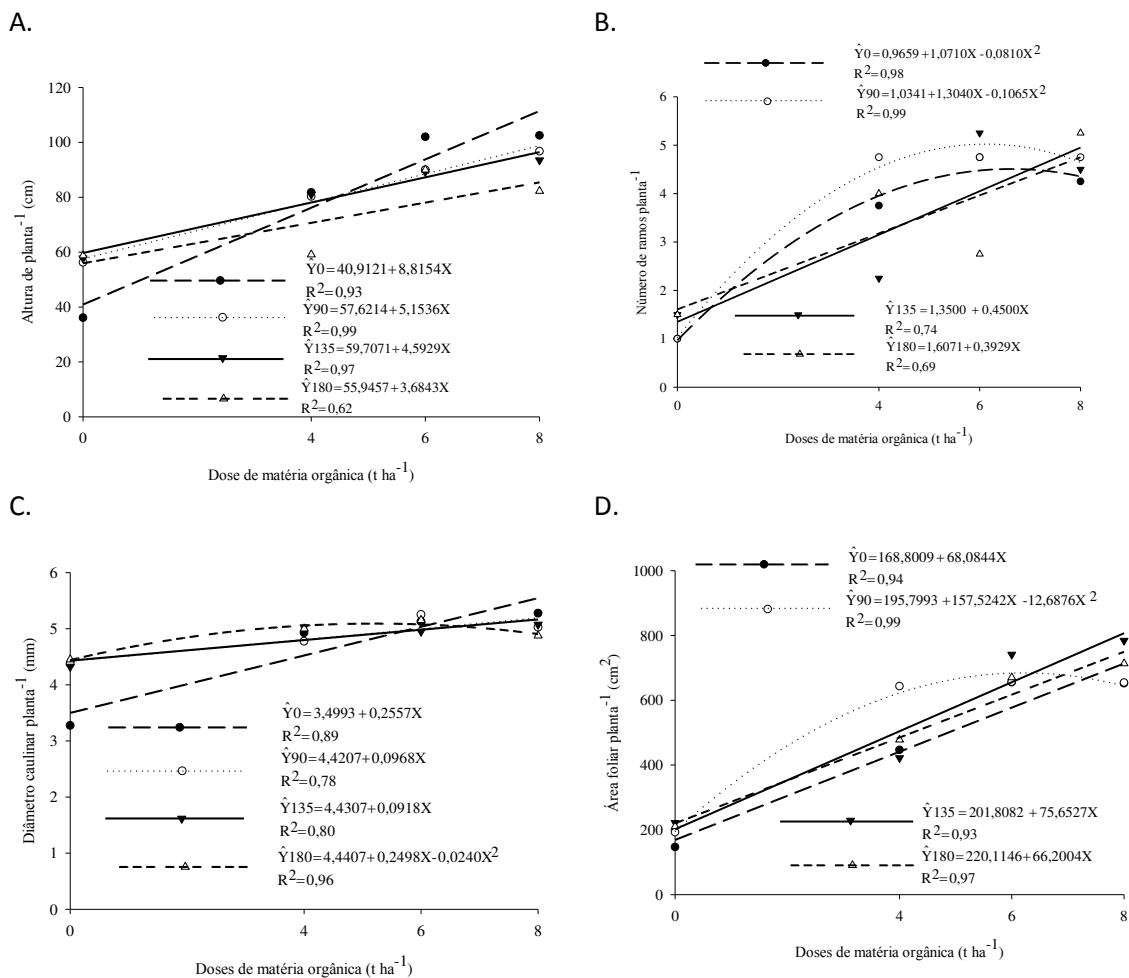


Figura 2. Altura de planta⁻¹ (2A), número de ramos planta⁻¹ (2B), diâmetro caulinar planta⁻¹ (2C) e área foliar planta⁻¹ (2D) de plantas de pinhão-manso em resposta a aplicação conjunta de matéria orgânica e fósforo em condições de vaso, Campina Grande, PB, 2014

A altura da planta, o número de ramos por planta, o diâmetro caulinar e a área foliar foram influenciada pela aplicação conjunta de esterco bovino e superfosfato simples, conforme a recomendação feita pelo laboratório de análises de Solo, exibindo resposta linear e quadrática para estas variáveis de crescimento (Figura 2A, B, C e D). Para a altura da planta constata-se que a resposta da planta a aplicação conjunta de doses de matéria orgânica e P apresentaram tendência linear para todas as combinações estudadas. Entre a dose recomendada de fertilizante orgânico e fosfatado (4 t ha⁻¹ de esterco bovino e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e os resultados obtidos para a recomendação de duas vezes a dose recomendada pela análise de solo para ambos os fertilizantes (8 t ha⁻¹ de matéria orgânica e

180 kg ha⁻¹ de P₂O₅) constatou-se que a altura média das plantas variou entre 67,9 cm e 98,8 cm. A cada aumento unitário nas doses de esterco bovino ocorreu um incremento de 5,15 sobre a altura da planta. Por outro lado, contrastando-se os resultados obtido na ausência do fertilizante (0 t ha⁻¹ de matéria orgânica e 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅) verifica-se que ocorreu um aumento da ordem de 7,23 em relação a maior dose de matéria orgânica aplicada (8 t ha⁻¹). Para Ghosh et al. (2007), a recomendação de 3 t ha⁻¹ de torta de pinhão-manso em solos arenosos é suficiente para a obtenção de plantas com crescimento vegetativo desejável. Já Souza et al. (2012) mencionam que a dose de 150 kg ha⁻¹ de esterco bovino é indicada para a obtenção de lavouras com características vegetativas de qualidade, em particular a altura da planta.

O número de ramos planta⁻¹ também foi influenciado pelas recomendações de adubação orgânica e fosfatada testadas (Figura 2B). Na ausência do P, e quando se aplicaram a dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, observaram-se resposta quadrática as recomendações de adubação fornecidas, verificando-se que o número médio de ramos igual a 4 ramos planta⁻¹ foi obtido quando se aplicaram a dose média de 6,6 t ha⁻¹ de esterco bovino. Resultados similares foram constatados por Arruda et al. (2013), os quais verificaram que a aplicação de 150 g planta⁻¹ de matéria orgânica promovia aumentos consideráveis sobre a ramificação da planta, e conseqüentemente sobre a produção visto que as inflorescências surgem geralmente nos ponteiros dos ramos do ano.

Por outro lado, quando se associaram a dose de 90 kg ha⁻¹ de P as recomendações de matéria orgânica testadas (0, 2, 4, 6 e 8 t ha⁻¹), constatando-se que o ponto crítico do fertilizante orgânico para esta variável ocorreu quando se aplicaram 6,1 t ha⁻¹ de esterco bovino para a obtenção de plantas com 5 ramos. A partir desta dose de fertilizante orgânico observaram-se uma leve redução para esta variável. Quanto à ação conjunta das doses recomendadas de P de 135 kg ha⁻¹ e as doses de 0, 2, 4, 6 e 8 t ha⁻¹ de matéria orgânica, constata-se resposta linear para ambas as combinações de fertilizantes. Observa-se que à medida que se aumentam as doses de fertilizante orgânico recomendadas na presença de 135 kg ha⁻¹ de P registraram-se incrementos de 0,225 entre as doses de 6 e 8 t ha⁻¹, respectivamente. Para a associação da maior dose de P recomendada (180 kg ha⁻¹), observa-se que a cada tonelada de matéria orgânica aplicada ocorreram incrementos da ordem de 0,39.

O diâmetro caulinar apresentou resposta similar à apresentada pela altura da planta, exceto para a combinação resultante da associação da dose mais elevada do P (180 kg ha⁻¹) dentro das doses de matéria orgânica recomendada (0, 2, 4, 6 e 8 t ha⁻¹) (Figura 9C). O

ponto de máximo foi obtido quando se aplicaram $5,2 \text{ t ha}^{-1}$, atingindo diâmetro médio de 5,09 mm. Resultados favoráveis sobre o diâmetro do caule de plantas de pinhão-manso também foram obtidos por Souza et al. (2012) através da aplicação de 150 kg ha^{-1} de esterco bovino, confirmando que esta fonte de matéria orgânica é uma excelente opção para adubação desta oleaginosa por ser um produto obtido a baixo custo e por disponibilizar as plantas quantidades equilibradas de nutrientes essenciais.

De forma geral, observaram-se que à medida que se ampliaram as recomendações de adubação orgânica o diâmetro caulinar foi se expandindo. Era esperado que a aplicação de N seja na forma orgânica ou mineral promovesse resultados satisfatórios quanto ao crescimento da planta, em particular o diâmetro caulinar, visto que o N por fazer parte da constituição de membranas e atua diretamente na estrutura da planta como componente de aminoácidos envolvidos no metabolismo e crescimento da planta.

O baixo suprimento de N adicionado às plantas nas recomendações mais baixas de adubação orgânica e fosfatada exibiram valores reduzidos para a área foliar de plantas de pinhão-manso avaliadas aos 180 dias após a emergência (Figura 9D). A área foliar apresentou resposta linear na maioria das combinações de recomendação de adubação estudadas, exceto para a sugestão de adubação consistente de 90 kg ha^{-1} de P associada às doses de 0, 2, 4, 6 e 8 t ha^{-1} de matéria orgânica, os quais apresentaram resposta quadrática. A área foliar máxima de $684,738 \text{ cm}^2$ foi obtida quando se aplicaram $6,2 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino combinado à dose de 90 kg ha^{-1} de P. Geralmente a carência de N promove redução na produção e no tamanho de folhas, uma vez que o crescimento vegetativo é prejudicado (MAIA et al., 2011; MAFFEIS et al., 2000; SILVA et al., 2009). De acordo com Marschner (2012), o N promove alterações na morfologia das plantas, de modo que, e em condições de alto suprimento desse nutriente há aumento na área foliar visto que este nutriente amplia a curvatura das folhas e interfere de forma significativa na interceptação de luz e na taxa de fotossíntese.

Por ser o esterco bovino uma fonte de nutrientes, em especial de N, era esperada que a adição de matéria orgânica, juntamente com a irrigação disponibilizasse quantidades adequadas de nutrientes a solução do solo e absorção pelas plantas. Por ser o N um macronutriente de alta mobilidade no floema e de alto poder de redistribuição dentro da planta (LIMA et al., 2011) geralmente a deficiência deste mineral resulta em clorose gradual das folhas mais velhas e redução do crescimento da planta (FREIBERG et al., 2013), o que reflete em amadurecimento precoce, perda de produtividade e qualidade dos frutos. O pinhão-manso apresenta alta taxa de crescimento (LAVIOLA & DIAS, 2008),

sendo o N essencial para a assimilação do carbono e formação de novos órgãos na planta, pois faz parte da sua estrutura como componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP e outras moléculas (MARSCHNER, 2012).

Quanto ao P este mineral também é de alta mobilidade no floema e se redistribui de maneira clara (LIMA et al., 2011) nos tecidos desta oleaginosa. Por ser um dos minerais mais requeridos pela cultura do pinhão-manso principalmente em seu estágio inicial de crescimento (FREIBERG et al., 2014), por fazer parte da estrutura das plantas, compondo membranas (fosfolipídios), RNA, DNA, ATP e ésteres de carboidratos, além de várias moléculas chaves no seu metabolismo, responsáveis por acelerar a formação de raízes e auxiliar a fixação simbiótica do N (MALAVOLTA et al., 1997). De acordo com 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. As limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo das culturas podem resultar em restrições no seu desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados (ARAÚJO et al., 2006).

Tabela 3. Número de inflorescências planta⁻¹, número de frutos planta⁻¹, número de cachos planta⁻¹ e número de frutos cacho⁻¹ de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada. Campina Grande, PB, 2014

FV	GL	NIP	NFP	NCP	NFC
Matéria Orgânica (M.O)	3	1,7 ^{ns}	626,9 ^{**}	143,8 ^{**}	12,6 ^{**}
Fósforo (P)	3	0,6 ^{ns}	34,0 ^{ns}	2,8 ^{ns}	0,7 ^{ns}
M.O x P	9	0,5 ^{ns}	38,8 ^{ns}	6,3 ^{ns}	1,6 ^{ns}
Bloco	3	0,3 ^{ns}	21,2 ^{ns}	2,9 ^{ns}	0,5 ^{ns}
Resíduo	45	0,3	22,6	4,3	0,7
C.V	-	196,3	3307,0	676,3	81,2

^{**}significativo a 1%, ^{*} significativo a 5%, ns = não significativo, GL= graus de liberdade, QM = Quadrado médio e CV=coeficiente de variação.

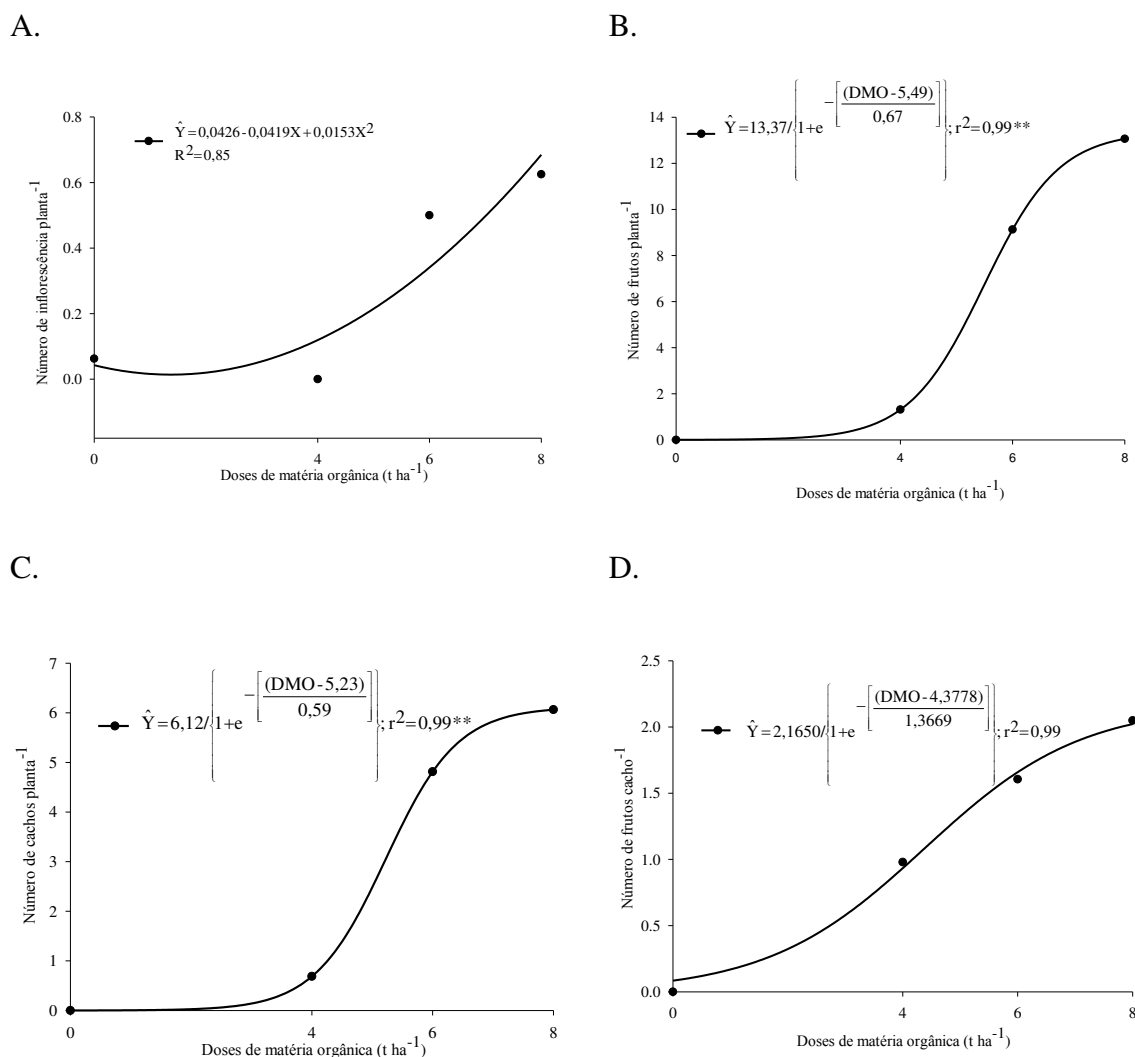


Figura 3. Número de inflorescências planta⁻¹ (A), número de frutos planta⁻¹ (B), número de cachos planta⁻¹ (C) e número de frutos cacho⁻¹ (D) de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada. Campina Grande, PB, 2014

O número de inflorescências por planta apresentou resposta quadrática em relação às doses de matéria orgânica testadas (Figura 3A), observando-se que o menor número de inflorescências planta⁻¹ foi diagnosticado quando se aplicaram 1,36 t ha⁻¹ de esterco bovino. Por outro lado, o maior número de inflorescências planta⁻¹ foi obtido quando se aplicaram 8 t ha⁻¹ de esterco bovino, o correspondente a 0,68 inflorescências planta⁻¹. Era esperado que a aplicação de fontes de N promovesse resultados satisfatórios sobre as estruturas reprodutivas das plantas, uma vez que este macronutriente estimula a formação e o desenvolvimento de gemas florais e frutíferas e é responsável por maior vegetação bem

como pelo aumento nos teores de proteínas (MALAVOLTA et al., 1997). Contrastando-se estes resultados com aqueles citados na literatura observa-se que a aplicação de 8 t ha⁻¹, o correspondente a 4,8 kg planta⁻¹ de esterco bovino promoveram resultados similares aqueles obtidos por Arruda et al. (2013) e Fernandes et al. (2013) os quais verificaram que a dose de 15 e 12 kg planta⁻¹ de esterco bovino propiciou a obtenção de plantas de pinhão-manso com maior número de inflorescências em condições de vaso e irrigadas.

Quanto as variáveis de produção número de frutos planta⁻¹ e número de cachos planta⁻¹ (Figura 3B e D), observa-se ajuste sigmoide, obtendo-se resposta maior entre as doses de 6 e 8 t ha⁻¹ de esterco bovino aplicada. A menor resposta para a adubação desta oleaginosa para estes dois componentes de produção ocorreram entre a dose recomendada (4 t ha⁻¹) e uma vez e meia a dose (6 t ha⁻¹) sugerida de adubação orgânica. Maior obtenção de número de frutos e cachos planta⁻¹ foram observados por Arruda et al. (2013) e Fernandes et al. (2013) através da aplicação de 12 e 15 kg cova⁻¹ de esterco bovino. Em termos proporcionais os autores supracitados utilizaram em média 3 a 3,5 vezes mais esterco do que as quantidades aplicadas neste estudo. Estes resultados sugerem que o pinhão-manso é uma cultura responsiva a adubação orgânica, em particular a aplicação de esterco bovino. Possivelmente, por concentrar quantidades expressivas de macro e micronutrientes, e por disponibilizar estes minerais de forma gradual, a matéria orgânica seja uma excelente opção para a adubação desta oleaginosa em especial para aqueles produtores que concentram suas lavouras próximas aos centros de produção pecuária, visto que podem adquirir o esterco a preços mais baixos e reduzir os custos de produção tanto pela melhoria das propriedades físicas do e químicas do solo como pela oferta de nutrientes.

As diferentes recomendações de adubação orgânica testadas influenciaram significativamente os componentes de produção massa média frutos⁻¹ e número de sementes fruto⁻¹. Por outro lado a aplicação isolada de P e conjunta com a matéria orgânica promoveram resposta significativa para as variáveis número de sementes planta⁻¹ e massa de sementes planta⁻¹, respectivamente (Tabela 4). De forma similar ao comportamento observado para a variável número de inflorescências planta⁻¹, constata-se que à medida que se aumentaram as doses recomendadas de matéria orgânica observaram-se resposta quadrática para as variáveis de produção massa média de frutos e número de sementes fruto⁻¹. Por ser o esterco bovino uma fonte potencial de N, provavelmente o suprimento adequado deste mineral tenha promovido alterações na morfologia das plantas,

umentando a área foliar facilitando a interceptação de luz à fotossíntese (MARSCHNER, 1995).

Tabela 4. Massa média dos frutos¹ (MTF), número de sementes fruto⁻¹ (NSF), número de sementes planta⁻¹ (NSP) e massa das sementes planta⁻¹ (MSP), de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada. Campina Grande, PB, 2014

FV	GL	MMF	NSF	NSP	MSP
Matéria Orgânica (M.O)	3	3903,2**	25,3**	4868,1**	1759,9**
Fósforo (P)	3	585,4 ^{ns}	0,4 ^{ns}	736,3*	262,3*
M.O x P	9	443,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	615,8*	213,8*
Bloco	3	600,4 ^{ns}	0,5 ^{ns}	603,9 ^{ns}	287,2*
Resíduo	45	180,2	0,5 ^{ns}	254,4	86,2
C.V	-	69,5	39,1	73,9	71,5

**significativo a 1%, * significativo a 5%, ns = não significativo, GL= graus de liberdade, QM = Quadrado médio e CV=coeficiente de variação.

A massa média de frutos (Figura 4A) se ajustou ao modelo quadrático exibindo massa média máxima de 2,5 g quando se aplicaram 6,8 t ha⁻¹ de matéria orgânica. De forma geral observa-se que o ganho de peso dos frutos desta oleaginosa se correlacionou com as doses de fertilizante orgânico recomendado. Por outro lado, a mesma tendência foi verificada para o número de sementes fruto⁻¹ (Figura 4B), os quais apresentou resposta quadrática até a dose de 5,9 t ha⁻¹ de esterco bovino aplicada. O número de sementes fruto⁻¹ é dependente da quantidade de foto assimilado que é produzido nas folhas e translocado para os drenos, a exemplo das sementes em formação. Estes resultados podem ser explicados pelo fato destes nutrientes apresentarem alta mobilidade no floema e serem redistribuídos para os órgãos mais novos (MALAVOLTA, 2006). Nesta 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 e proteínas, bem como da composição de ácidos graxos que é o principal produto das sementes de pinhão-manso. Provavelmente, nas condições de cultivo de baixa fertilidade representada neste estudo pela ausência da adubação orgânica e fosfatada, e parcialmente pela dose de fertilizante recomendada conforme o laboratório de análise de solo, os processos de frutificação, desenvolvimento de frutos e enchimento de sementes, tenham sido seriamente comprometidos, visto que nas condições de média fertilidade do solo, representada pela sugestão de se aplicarem uma vez e meia (6 t ha⁻¹ de M.O e 135 kg ha⁻¹ de P) a dose sugerida de fertilizante orgânico ou fosfatado ocorreu os melhores resultados.

Fica evidente que a quantidade de matéria orgânica representada pela sugestão de se aplicarem uma vez e meia a dose de matéria orgânica (6 t ha^{-1}) recomendada, parece ter sido suficiente para a obtenção de componentes de produção satisfatórios. O maior número de sementes fruto⁻¹ foi constatado na dose de $5,9 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria orgânica aplicada, enquanto o menor valor para esta variável de produção foi verificado em plantas sem adubação. Este resultado pode ser explicado pelo fato do pinhão-manso apresentar alta taxa de crescimento, sendo o N o nutriente requerido em maior quantidade para formação de folhas, bem como para suprir as demandas metabólicas dos frutos (LAVIOLA; DIAS, 2008), haja vista ser essencial para assimilação do carbono e formação de novos órgãos nas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Quanto aos componentes de produção número de sementes planta⁻¹ e massa total de sementes planta⁻¹ (Figura 4C e D) contatam-se efeitos interativos entre a adubação orgânica e fosfatada. De maneira geral observa-se que quando se isolaram as doses de 90, 135 e 180 kg ha^{-1} de P e se variaram as doses de matéria orgânica recomendada nesta pesquisa (0, 4, 6 e 8 t ha^{-1}), verifica-se resposta quadrática para a associação da dose de 135 kg ha^{-1} de P e as quatro doses de matéria orgânica recomendadas para ambas as variáveis analisadas. Nas demais combinações observaram-se ajuste linear crescente para a interação 180 kg ha^{-1} de P e matéria orgânica. Por outro lado, observaram-se efeitos negativos da aplicação conjunta de 90 kg ha^{-1} de P e as doses de matéria orgânica testadas para ambas as variáveis estudadas. Isto significa dizer que a aplicação conjunta da dose de fertilizante recomendada de P pelo laboratório na presença de todas as sugestões de matéria orgânica não promoveram resultados adequados para estas variáveis de produção. Não se constataram na literatura resultados que expliquem a ausência de resposta da combinação realizada entre a dose de 135 kg ha^{-1} de P e as diversas doses de fertilizante orgânico estudadas.

Apesar de não haver significância para as recomendações de adubação fosfatada testadas nesta pesquisa, é evidente que a matéria orgânica forneceu nutrientes essenciais em quantidades adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas estudadas, indicando que o uso de P conjunto com matéria orgânica pode ser desnecessário no primeiro ano do cultivo. De acordo com Freiberg et al. (2013) as exigências nutricionais quanto a P são pouco expressivas no primeiro ano de cultivo, aumentando gradativamente a partir do segundo e terceiro ano da produção. Entretanto, Laviola & Dias (2008) recomendam aplicar P nos dois primeiros anos de cultivo desta oleaginosa para garantir bom crescimento e desenvolvimento das plantas. É interessante mencionar que as

recomendações dos autores supracitados referem-se a estudos realizados com adubação mineral isolada, não fazendo menção a associação de P a matéria orgânica.

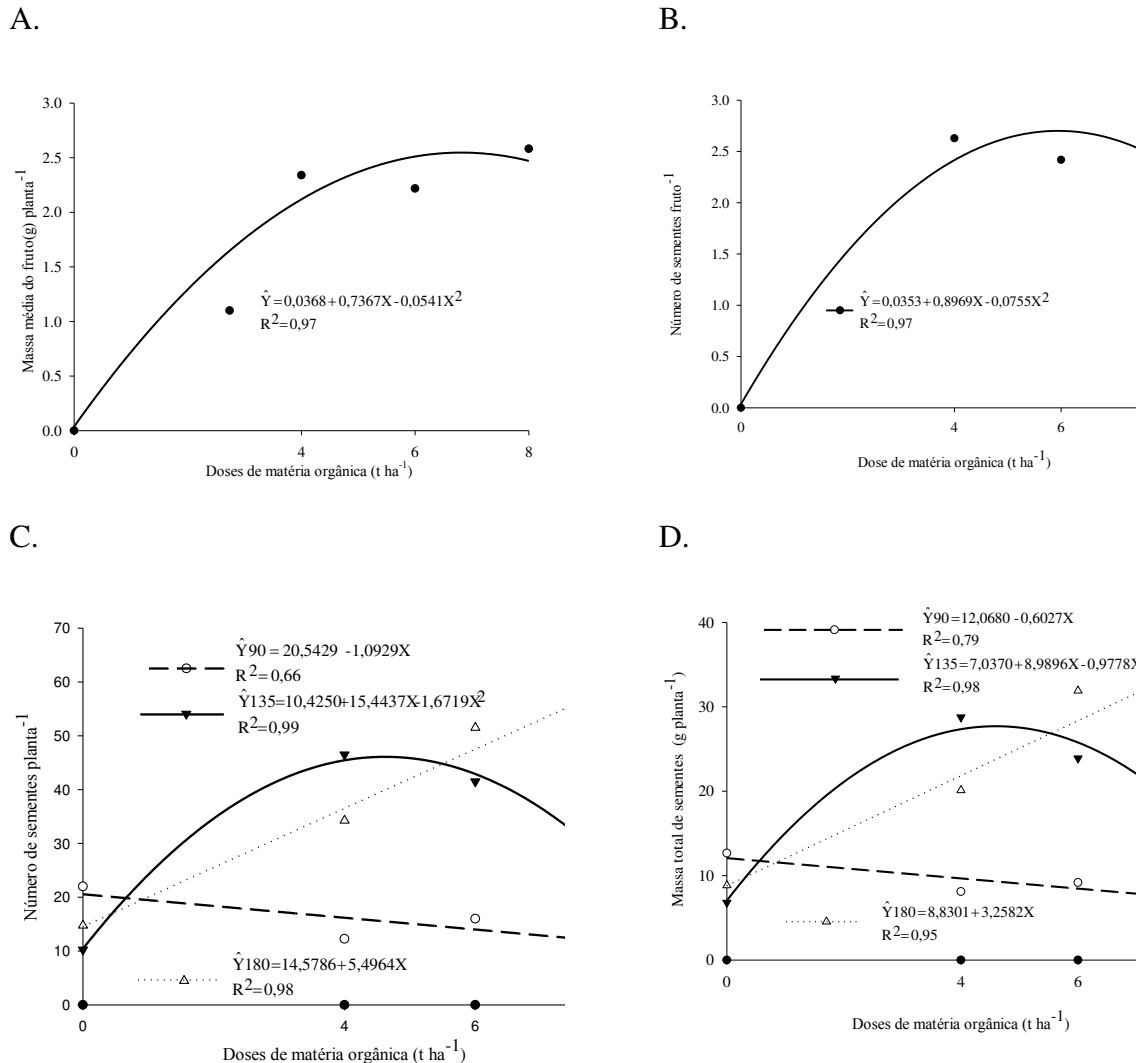


Figura 4. Massa média do fruto planta⁻¹ (A), número de sementes frutos⁻¹ (B), número de sementes planta⁻¹ (C) e massa total de sementes planta⁻¹ (D) de plantas de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação orgânica e fosfatada. Campina Grande, PB, 2014

O número de sementes planta⁻¹ é um componente de rendimento que representa a produção da planta. De acordo com os resultados observados pela Figura 4C, verifica-se que a maior produção de sementes planta (58,5 g) foi registrada quando se utilizaram a dose de 8 t ha⁻¹ de esterco bovino associada à dose de 180 kg ha⁻¹ de P, o que corresponde à sugestão de aplicar duas vezes a dose recomendada pelo laboratório para ambos os

fertilizantes. Por outro lado, a aplicação conjunta de 135 kg ha^{-1} de P dentro de todas as doses de matéria orgânica testadas, verifica-se que o número de sementes aumentou até a dose de $4,6 \text{ t ha}^{-1}$ de esterco bovino. Doses acima do ponto crítico reduziram significativamente a produção de sementes.

Para o componente de produção massa total de sementes (Figura 4D) constata-se comportamento similar ao observado para o componente de rendimento número de sementes planta⁻¹. Entre a dose de 135 kg ha^{-1} de P e $4,59 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria orgânica constataram-se sementes pesando $27,6 \text{ g}$. O ganho de peso das sementes se relacionou diretamente com as recomendações de adubação efetuadas. Sementes mais pesadas foram obtidas quando se cultivaram as plantas em condições de elevada fertilidade representada pela aplicação conjunta de 8 t ha^{-1} de esterco bovino e 180 kg ha^{-1} de P. Resultados desfavoráveis sobre o ganho de peso de sementes de pinhão-mansó foram obtidas quando se aplicaram a dose de 90 kg ha^{-1} de P associada as quatro recomendações de adubação com matéria orgânica.

4. CONCLUSÕES

1. A altura da planta, número de ramificações, diâmetro caulinar, área foliar, número de inflorescências, número de frutos, número de cachos, número de frutos por cachos, massa de frutos, número de sementes por frutos, número de sementes por planta e massa total de sementes por planta foram influenciados pelas recomendações de adubação;
2. A recomendação de adubação orgânica e fosfatada sugerida pelo laboratório de análise de solo (4 t ha^{-1} de matéria orgânica e 90 kg ha^{-1} de fósforo) foi insuficiente para a obtenção de plantas produtivas;
3. O uso isolado de matéria orgânica na adubação da cultura do pinhão-mansó promove efeitos positivos sobre as variáveis de crescimento e componentes de produção;
4. A aplicação de uma vez e meia a dose de fertilizante recomendada pelo laboratório de análises de solo de matéria orgânica, o correspondente a 6 t ha^{-1} de esterco bovino, isolada, ou associada a 135 kg ha^{-1} de P, é suficiente para suprir a demanda nutricional quanto a N e P no primeiro ano de cultivo;

5. A adubação fosfatada associada à adubação orgânica influenciou significativamente a altura da planta, o número de ramificações, o diâmetro caulinar, a área foliar, a produção de sementes por planta e a massa total de sementes de plantas de pinhão-manso.

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, R, L.; Queiroz, P, A.; Costa, N, V.; Araiva, 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.
- 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.
- 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.
- Carvalho, C, M.; Viana, T, V, A.; Marinho, A, B.; Lima Junior, L. A.; Valmir Junior, M. Pinhão-Manso: 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.
- Coelho, M. A.; Soncin, N. B. Geografia do Brasil. São Paulo: Moderna, 1982. 368 p. Brito, K. S. A.; LAIME, E. M. O.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, D. C. S. Crescimento e produção de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e doses de matéria orgânica. Engenharia Ambiental, v. 10, n. 1, p. 134-142, 2013.
- Carvalho, C, M.; Viana, T, V, A.; Marinho, A, B.; Lima junior, l. A.; Valmir junior, M. Pinhão-Manso: 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.
- 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 Agrônômica, v. 44, n. 2, p. 339-346, 2013.
- Ferreira, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2. ed. Maceió: Edufal, 1996, 606p.
- 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.

- 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.
- Ghosh, A., Patolia, J. S., Chaudhary, D. R., Chikara, J., Rao, S. N., Kumar, D., Boricha, G. N., ZALA, A. Respons of *Jatropha curcas* under different spacing to *Jatropha* de-oiled cake, FACT seminar on *Jatropha curcas* L. agronomy and genetics, Wageningen, The Netherlands, March 26–28, FACT Foundation, Wageningen (2007) Article no. 8.
- Hussein, M. M.; Thalooh, 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.
- 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*, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, 2008.
- 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.
- 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.
- Maffeis, A. R.; Silveira, R. L. V. A.; Brito, J. O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento das plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. *Scientia Forestalis*, n. 57, p. 87-98, 2000.
- 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, 1997. 201 p.
- Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- Mohapatra, S.; Panda, P. K. Effects of fertilizer application on growth and yield of *Jatropha Curcas* L. in an Aeris Tropaquept of Eastern India. *Natulae Scientia Biologicae*, v.3, n.1, p. 95-100, 2011.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic, 2002. 889p.
- Patolia, J. S.; Ghosh, A.; Chikara, J.; Chaudhary, D. R., Parmar, D. R.; Bhuvra, H. M. 2007. Response of *Jatropha curcas* grown on wasteland to N and P fertilization. Proceedings of the FACT Seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and Genetics, March 26-28, FACT Foundation, Wageningen, The Netherlands, pp: 1-10.
- 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 Júnior, G. R. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com

superfosfato simples e pó-de-rocha. Revista Ciência Agronômica, v.43, n.2, p.207-213, 2012.

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.

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 e Agrotecnologia, v.36, n.6, p. 615-623, 2012.

Severino, L. S.; VALE, L. S.; Beltrão, N. E. M. A simple method for easurement of *Jatropha curcas* leaf área. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, v.11, p.9-14, 2007.

Silva, E.B.; Tanure, L. P. P.; Santos, S. R.; Rezende Júnior, P. S. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, n.4, p.392-397, 2009.

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 seuerely degraded site in the suc-sahel of Burkina faso. Agroforestry System. 2011.

Sousa, A. E. C.; Greyi, H. R.; Correia, K. G.; Soares, F. A. L.; Nobre, R.G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. Revista Agronômica, v.42, n.2, p. 310-318, 2011.

Souza, P. T.; Silva, E. B.; Graziotti, P. H.; Fernandes, L. A. NPK Fertilization on initial growth of physic nut seedlings in quartzarenic neossol. Revista Brasileira de Ciência no Solo, v.35, p. 559-566, 2011.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por alternativas de fontes renováveis de matérias-primas oleíferas de qualidade, tem sido crescente nos últimos anos. Assim, estudos sobre o pinhão-mansão vêm se difundindo em todo o país. Por se tratar de uma planta perene que produz quase o ano inteiro esta constantemente sendo estudada principalmente em regiões semiáridas e cultivada também com outras culturas. Entretanto, sua maior produtividade ainda depende da demanda hídrica e fertilidade do solo, havendo ainda poucas informações consolidadas para as recomendações desta oleaginosa para diferentes regiões. Com base nessa premissa, esse trabalho fez uma abordagem sobre a viabilidade de diferentes sugestões de adubação orgânica e fosfatada no crescimento vegetativo e componentes de produção de plantas de pinhão-mansão.

Em geral os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que a recomendação feita pelo laboratório pode ser considerada ineficiente quanto à aplicação do fósforo, em parte atribuída pela ocorrência das lixiviações, bem como, a baixa mobilidade que este nutriente apresenta. Enquanto que, a matéria orgânica apresentou a quantidade necessária de nitrogênio e fósforo para a planta quando foram utilizadas duas vezes a dose recomendada. Assim, aplicar duas vezes a sugestão do laboratório mostrou ser uma alternativa eficiente de recomendação de adubação para esta oleaginosa, favorecendo o crescimento das plantas de pinhão-mansão ao longo das fases de desenvolvimento, provavelmente as irrigações promoveram a mineração da matéria orgânica, liberando principalmente nitrogênio.

A redução do desenvolvimento das plantas ao longo do ciclo evidenciou a importância de uma nova adubação e também de poda, visto que, esse procedimento garante a quebra da dominância apical e a emissão de ramificações laterais. Por outro lado as diferentes recomendações de adubação orgânica testadas influenciaram significativamente os componentes de produção.

Por fim, os resultados encontrados nessa pesquisa podem ser considerados insuficientes para a determinação da recomendação de adubação conjunta entre esterco bovino e adubação fosfatada para plantas de pinhão-mansão, visto a necessidade de outras pesquisas para elucidar resultados mais contundentes.