



ARTIGO CIENTÍFICO

Superfície de resposta e adubação orgânica e fosfatada para a cultura do pinhão-manso

Surface response and organic and phosphate fertilizer for jatropha cultivation

Silvanete Severino da Silva^{1*}; Roberto Vieira Pordeus²; Rosiane de Lourdes Silva de Lima³; Carlos Alberto Vieira de Azevedo⁴; André Alisson Rodrigues da Silva⁵; José Dantas Neto⁶

Resumo: O pinhão-manso é uma planta perene e concentra apreciáveis quantidades de óleo em suas sementes. Objetivou-se avaliar o crescimento da cultura de pinhão-manso em resposta a diferentes recomendações de adubação quanto à matéria orgânica e fósforo em condições irrigadas. Conduziu-se experimento em vasos, com delineamento de blocos casualizados, com tratamentos de combinação fatorial 4 x 4, sendo 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 de 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 recomendada (180 kg ha⁻¹), em quatro repetições, uma planta por parcela. Avaliou-se o crescimento aos 60, 90, 120, 150, 180 e 210 dias após o transplantio, através da mensuração da Altura da Planta, Diâmetro Caulinar, Número de Folhas, Área Foliar e o Número de Ramos. A recomendação de adubação orgânica e fosfatada sugerida pelo laboratório foi insuficiente para o crescimento das plantas do pinhão-manso. O uso isolado de matéria orgânica na cultura do pinhão-manso promove efeitos positivos sobre todas as variáveis de crescimento estudadas.

Palavras-chave: *Jathopha curcas* L.; Recomendação de adubação; Irrigação.

Abstract: *Jatropa curcas* is a perennial plant and appreciable concentrations of oil in its seeds. The objective of this work is to evaluate the growth and development of *jatropa* plants in response to different fertilization recommendations regarding organic matter and phosphorus under irrigated conditions. 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 *jatropa* 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 kg ha⁻¹), 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 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 *jatropa* plants. The isolated use of organic matter in *jatropa* crop fertilization promotes positive effects on all growth variables.

Key words: *Jathopha curcas* L.; Fertilizer recommendation; Irrigation.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 25/11/2017; aprovado em 20/04/2018

¹Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 58.109-970, Paraíba, Brasil. E-mail: silvanete.h@hotmail.com

²Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambiental, Mossoró, Rio Grande do Norte. E-mail: rypordeus@gmail.com

³Professor Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. E-mail: zedantas1955@gmail.com

⁴Bióloga, PhD em Engenharia Agrícola, Recursos Hídricos e Engenharia Sanitária, Universidade Estadual do Oeste, Paraná, Cascavel, Paraná. E-mail: reisfc@gmail.com

⁵Professor Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. E-mail: juarez@deag.ufcg.edu.br

⁶Professor da Universidade Federal do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambiental, Mossoró, Rio Grande do Norte E-mail: jodilon@ufersa.edu.br



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, em continentes 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 diferentes condições edafoclimáticas.

O pinhão-mansão 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. Por outro lado, a espécie sobrevive em condições de seca, se adaptada à semiaridez e exige 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, 2012), 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; FREIBERGER et al., 2014), visto que para a obtenção de recomendações de plantios comerciais desta espécie é necessário conhecer toda a tecnologia do cultivo, incluindo as recomendações de adubação e interações com a irrigação.

A aplicação da matéria orgânica isolada na forma de esterco bovino é uma excelente alternativa de adubação para o 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 melhor crescimento e desenvolvimento inicial desta oleaginosa é partir de 6000 kg ha⁻¹ sendo associada a irrigação. Resultados semelhantes foram encontrados por Sousa e Guerra (2012), ao estudarem o crescimento inicial 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. 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.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento de plantas de pinhão-mansão em resposta a diferentes recomendações de adubação quanto à matéria orgânica e fosforo em condições irrigadas

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a céu aberto em área pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba 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, é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, sub úmido, apresentando período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno (COELHO; SONCIN, 1982).

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 doses 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 doses 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 1. Características químicas do solo da área de cultivo do pinhão-mansão, Campina Grande, Paraíba

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	V	T
Complexo Sortivo (mmol _c dm ⁻³)						
0,58	0,33	0,38	0,18	12,1	14,0	3,14
pH	V	Al ³⁺		P		M.O
1:2,5	%	mmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³		g kg ⁻¹
6,3	20	0,2		1,54		11,7

Ca²⁺: Cálcio; Mg²⁺: Magnésio; Na⁺: Sódio; K⁺: Potássio; S: Soma de bases; V: Saturação de bases; T: Capacidade de troca catiônica; pH: Potencial Hidrognônico; Al³⁺: Alumínio; P: Fosforo; M.O: Matéria Orgânica.

De acordo com os resultados da análise do solo não foi necessário a realização de correção da acidez e também não foi verificado a 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. O volume de água retido nos vasos para atender à necessidade hídrica das plantas ao longo do seu ciclo foi determinado pela diferença entre o volume aplicado nos vasos e o volume drenado, medidos com proveta.

Para a irrigação utilizou água da chuva armazenada em reservatório. As plantas foram irrigadas de acordo com a necessidade hídrica deixando-as na umidade da capacidade de

campo. Até os 180 DAT foram aplicados 5,5 L planta⁻¹ em todos tratamentos, e após esse período aplicou-se 5,5 L para as plantas sem M.O (total = 16 parcelas) e 11 L para todas as outras (total = 48 parcelas). Isto, se deu certamente, em decorrência do maior consumo de água pelas plantas cultivadas em solo com presença de matéria orgânica apresentarem maior desenvolvimento vegetativo e produzir maior quantidade de biomassa.

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 recipientes substrato comercial Plantmax. Para garantir a germinação das sementes 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. As irrigações foram realizadas ao final da tarde seguindo turno de rega de um e três dias definidas conforme o volume de água retido e a lâmina drenada. Até os 90 DAT o turno de rega utilizado foi de 1 dia e após os 90 DAT até o término do experimento aos 210 DAT o turno de rega adotado foi de 3 dias. Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratamentos culturais: eliminação manual das plantas daninhas, escarificarão 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.

Avaliou-se o crescimento de plantas de pinhão-manso 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 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, utilizou-se paquímetro e régua graduada em milímetro, 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).

$$AF = \sum 0,84 (P \times L)^{0,99} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que: AF - área foliar, em (cm²); Σ - somatório da área foliar; p - comprimento da nervura central da folha, em (cm); e L - largura da folha, em (cm).

A análise estatística das variáveis estabelecidas foi processada pelo software SISVAR 4.3 (FERREIRA, 2003), com nível de significância de 1 e 5% de probabilidade visando obter análise de regressão para determinação do modelo matemático de forma a expressar as respostas das variáveis quantitativas dos fatores nas plantas. Os dados referentes ao número de ramos foram transformados para \sqrt{x} , e dados da área foliar foram transformados para $\text{Log}(x)$, $\sqrt{x+1}$ e $\sqrt{x+0,5}$. Para o desenvolvimento dos gráficos utilizou-se planilha do Excel e o Software Table Curve 3D.

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 aos 150 e 210 DAT (Tabela 2), fases fenológicas caracterizadas pela maturação, colheita e senescência de folhas. Por outro lado, também se constatou efeitos interativos entre as recomendações de adubação em todas as épocas de avaliação, exceto aos 210 DAT. Provavelmente, os nutrientes da solução do solo, em particular o P, tenha lixiviado pelo uso das intensas irrigações, visto que a adubação orgânica manteve seus efeitos até a última avaliação realizada (210 DAT). Outro fator que possa ter contribuído para lixiviação desse nutriente seja a baixa CTC do solo, 3,14 (Tabela 1), de acordo com a EMBRAPA (2010), quanto maior a CTC do solo, melhor será sua fertilidade, pois adsorve íons positivos, como cálcio, magnésio, potássio, nutrientes essenciais para as plantas. Por isto, solos com maior CTC têm menor lixiviação de nutrientes e quando a planta absorve a água, com ela vem o nutriente adsorvido. Um valor baixo de CTC indica que o solo tem pequena capacidade para reter cátions em forma trocável.

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 ao modelo polinomial de regressão, com exceção do primeiro 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 ($p < 0,10$), pelo Teste F, sendo 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.

Tabela 2. 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, Paraíba

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		Diâmetro Caulinar					
		60 DAT	90 DAT	120 DAT	150 DAT	180 DAT	210 DAT
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

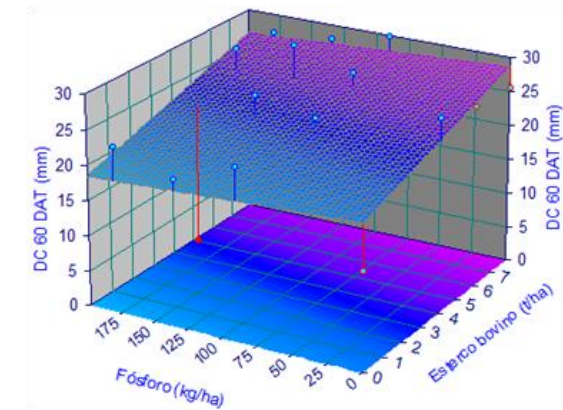
ns não significativo pelo Teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Para o diâmetro caulinar avaliado aos 60 DAT (Figura 1A), houve 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, 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 constatou resposta significativa quanto a adubação fosfatada, corroborando de certa forma com os resultados obtido nesta pesquisa.

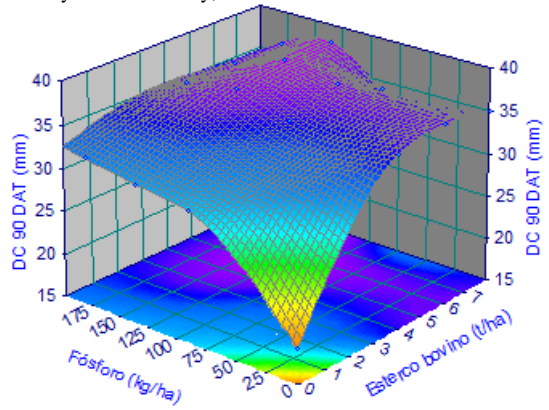
Para os demais estádios fenológicos avaliados constatou-se efeito quadrático ao nível de 1% de probabilidade à recomendação de adubação com esterco, enquanto a resposta à adubação fosfatada (P) verificou-se resposta linear ao nível de 5% por ocasião o início da floração das plantas (90 DAT) e resposta 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.

Figura 1. Diâmetro caulinar planta⁻¹ de plantas de pinhão-manso em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada, interação, 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. Campina Grande, Paraíba.

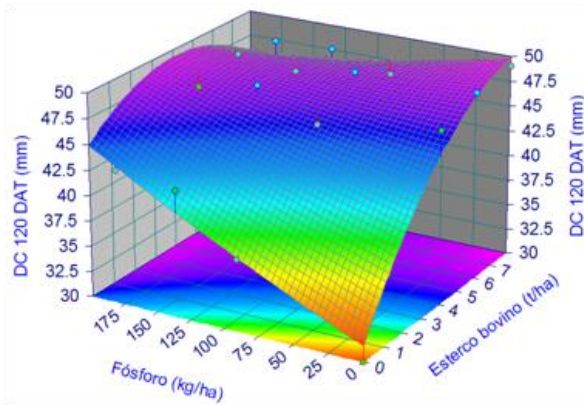
A
 $DC = 20,5105 + 1,0146^{***}x - 0,0099^{ns}y; r^2 = 0,2104$



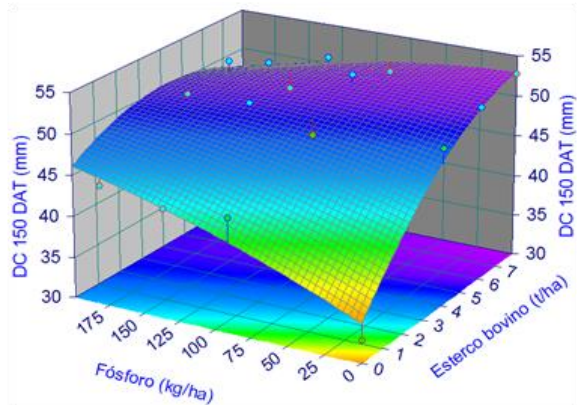
B
 $DC = 21,2776 + 3,7607^{**}x + 0,09037^{**}y - 0,242898^{**}x^2 - 0,000166^{ns}y^2 - 0,00837^{**}xy; r^2 = 0,89342$



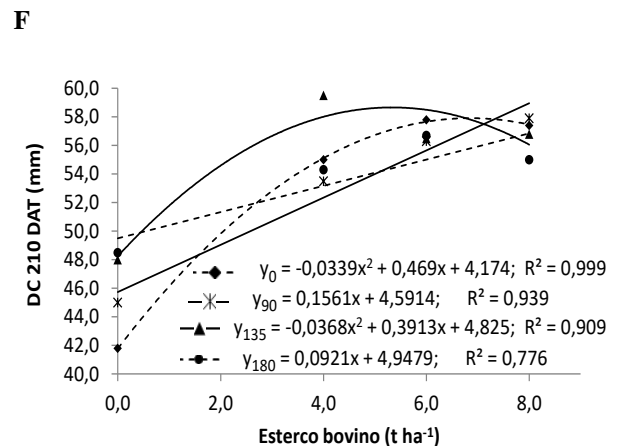
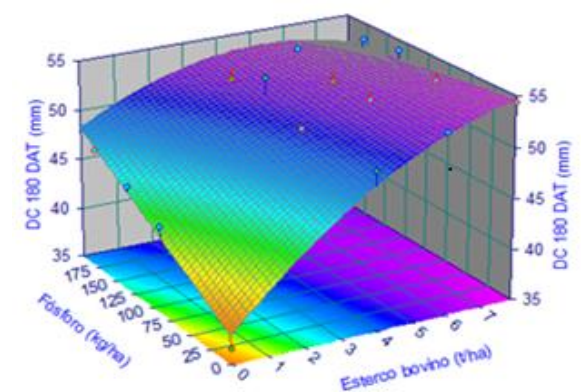
C
 $DC = 31,5499 + 4,2658^{**}x + 0,0584^{*}y - 0,2487^{**}x^2 + 4,20875e-05^{ns}y^2 - 0,0109^{**}xy; r^2 = 0,9379$



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



E
 $DC = 37,7484 + 3,5515^{**}x + 0,0537^{**}y - 0,1797^{**}x^2 - 6,734e-06^{ns}y^2 - 0,0080^{**}xy; r^2 = 0,9605$



Dessa forma, aos 90 DAT (Figura 1B), observou-se diâmetro caulinar da ordem de 37,58 mm em resposta a aplicação de 5,383 t ha⁻¹ de esterco bovino e 21,278 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 1C, 1D, 1E e 1F) 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 (1977), o aumento do diâmetro caulinar está diretamente relacionado ao aumento do sistema radicular. Enquanto, Prates (2012), afirma 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 fósforo, fornecidos pelas recomendações sugeridas pelo laboratório, aos 60, 180 e 210 DAT (Tabela 3) 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 3. 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, Paraíba.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Altura da Planta					
		60 DAT	90 DAT	120 DAT	150 DAT	180 DAT	210 DAT
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 2) a superfície de resposta nas seis fases de desenvolvimento da cultura, verificou-se efeito linear ao nível de 1% de probabilidade quanto a recomendação de adubação orgânica em todos os períodos avaliados, e para interação entre os fatores aos 150, 180 e 210 DAT. Também se constatou efeito quadrático para as recomendações aos 60, 90 e 120 DAT ao nível de 5% de probabilidade. Quanto à adubação fosfatada (Figura 2), 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-mansão também foram obtidos por Arruda, et al. (2013) os quais verificaram que a partir dos 60 dias após a emergência, a aplicação de 150

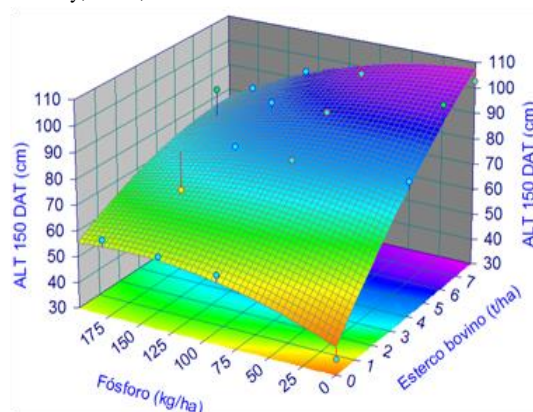
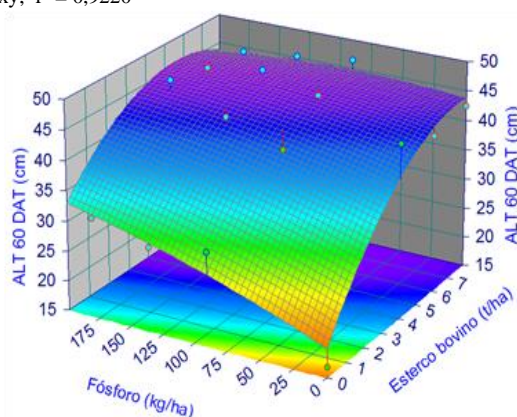
g planta⁻¹ de superfosfato simples proporcionou maior média de altura no mesmo período estudado.

A 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 2A, 2B e 2C), 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 2D, 2E e 2F) respectivamente. De acordo com Santos et al. (2010), plantas de pinhão-mansão avaliadas aos seis meses de idade apresentaram altura média de 30 cm. Por outro lado, os autores também verificaram que aos 21 meses, as plantas atingiram altura média de 147 cm.

Figura 2. 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); 150 DAT (B); 180 DAT (C); e 210 DAT (D). Campina Grande, Paraíba.

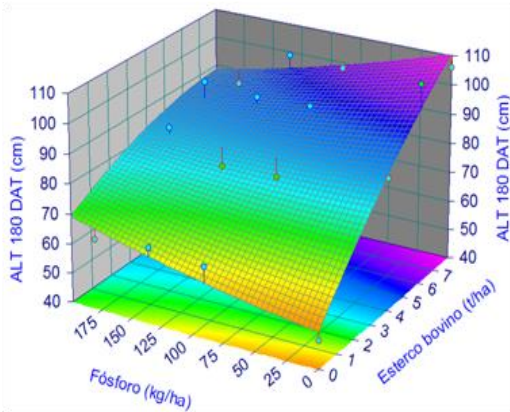
A
 $ALT = 19,7620 + 6,3134**x + 0,0872^{ns}y - 0,4136*x^2 - 0,001^{ns}y^2 - 0,0083*xy; r^2 = 0,9220$

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



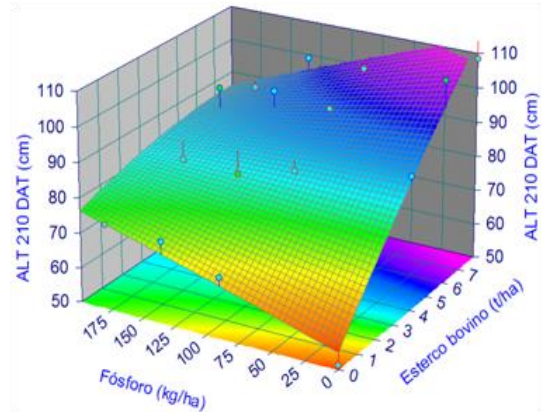
C

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

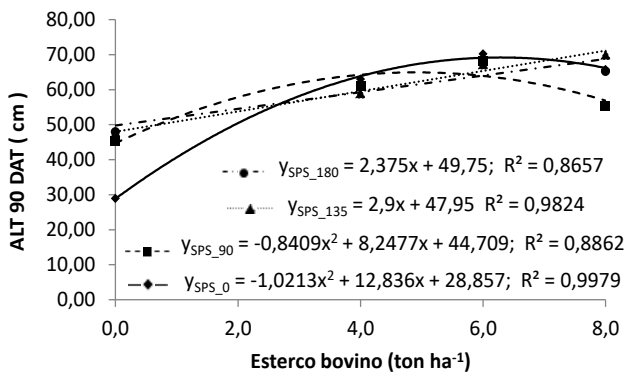


D

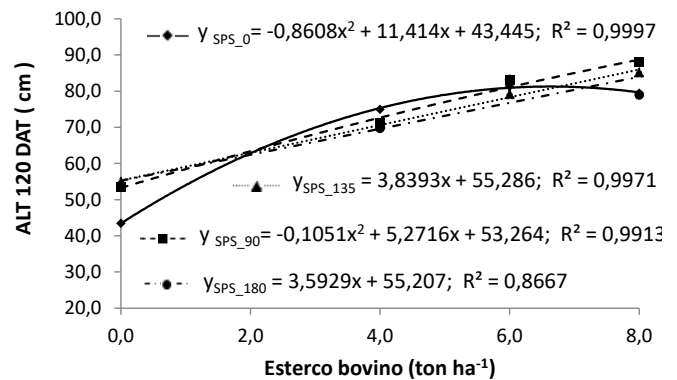
$$ALT = 54,7771 + 8,5080**x + 0,1156^{ns}y - 0,1413^{ns}x^2 - 4,1386e-05^{ns}y^2 - 0,0307**xy; r^2 = 0,9180$$



E



F



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 4), não se registrando resposta significativa quanto à 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 4. Resumo da análise de variância e quadrados médios para Número de Folhas (NF) de plantas de pinhão-mansão em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes estádios fenológicos. Campina Grande, Paraíba.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Número de Folhas					
		60 DAT	90 DAT	120 DAT	150 DAT	180 DAT	210 DAT
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 3), ajustando-se ao modelo polinomial quadrático (Figura 3A, 3B e 3E), aos 120, 150 e 210 DAT, respectivamente; e modelo linear (Figuras 3C, 3D e 3F) aos 60, 90 e 180 DAT, respetivamente.

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, detectou-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 à adubação fosfatada constatou-se

efeito linear ao nível de 5% aos 60 e 90 DAT. Freiberger (2013) evidenciou que a adubação fosfatada é importante para estruturação de plantas de pinhão-mansão, 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.

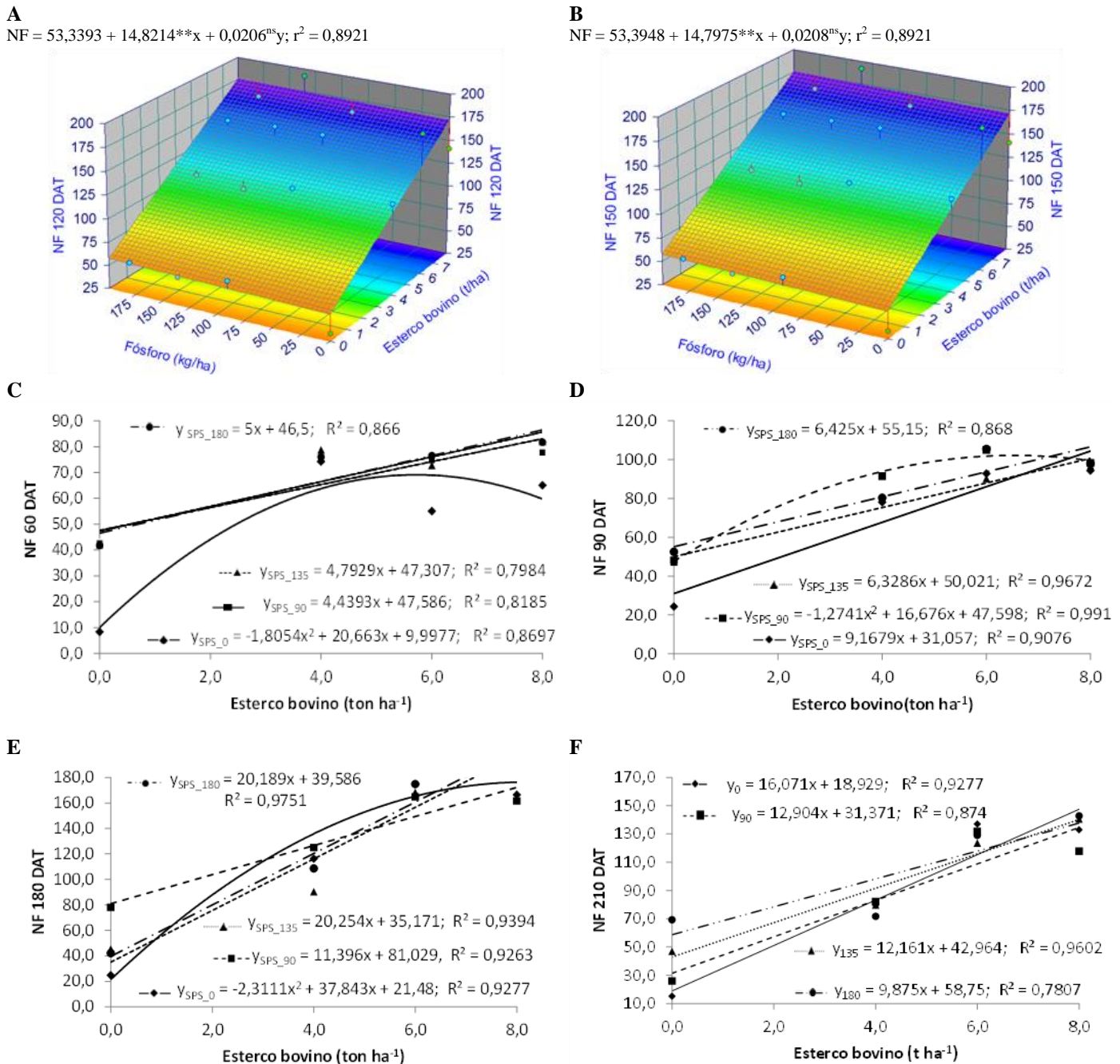
Alves et al. (2010), estudando o efeito da adubação orgânica sobre o crescimento inicial de plantas de pinhão-mansão constataram que a adição de matéria orgânica

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-mansó, observaram que nos tratamentos contendo esterco bovino 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 à 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 nas seguintes fases fenológicas de desenvolvimento da planta (120, 150 e 210 DAT), verificando-se acréscimo de 171; 175; e 143 unidades. Já aos 60 DAT o valor máximo foi ao aplicar as doses de 7,12 t ha⁻¹ de MO e 180 kg ha⁻¹ de P, apresentando até 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 3B e 3E) respectivamente.

Figura 3. Número de folhas por planta⁻¹ de plantas de pinhão-mansó em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura: Aos 60 DAT (A); 90 DAT (B); 120 DAT, 150 DAT, 180 DAT (E); e 210 DAT (F). Campina Grande, Paraíba.



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 (Tabela 5). De forma geral, observa-se que o NR foi afetado significativamente pela interação entre os fatores MO e P por ocasião da floração (150 DAT) em nível de 1% de probabilidade, não se

registrando 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 5. Resumo da análise de variância e médias do 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, Paraíba.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		Número de Ramos				
		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

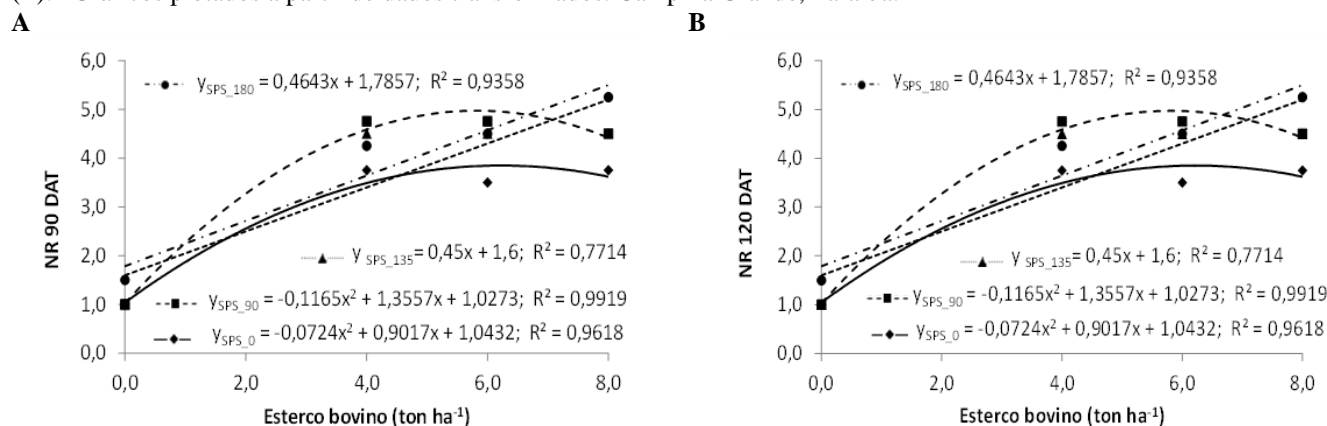
^{ns} não significativo pelo Teste F; ** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; * significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F. ¹ Dados transformados para \sqrt{x} , (CV % 30,49), ² Dados transformados para \sqrt{x} , (CV % 35,73).

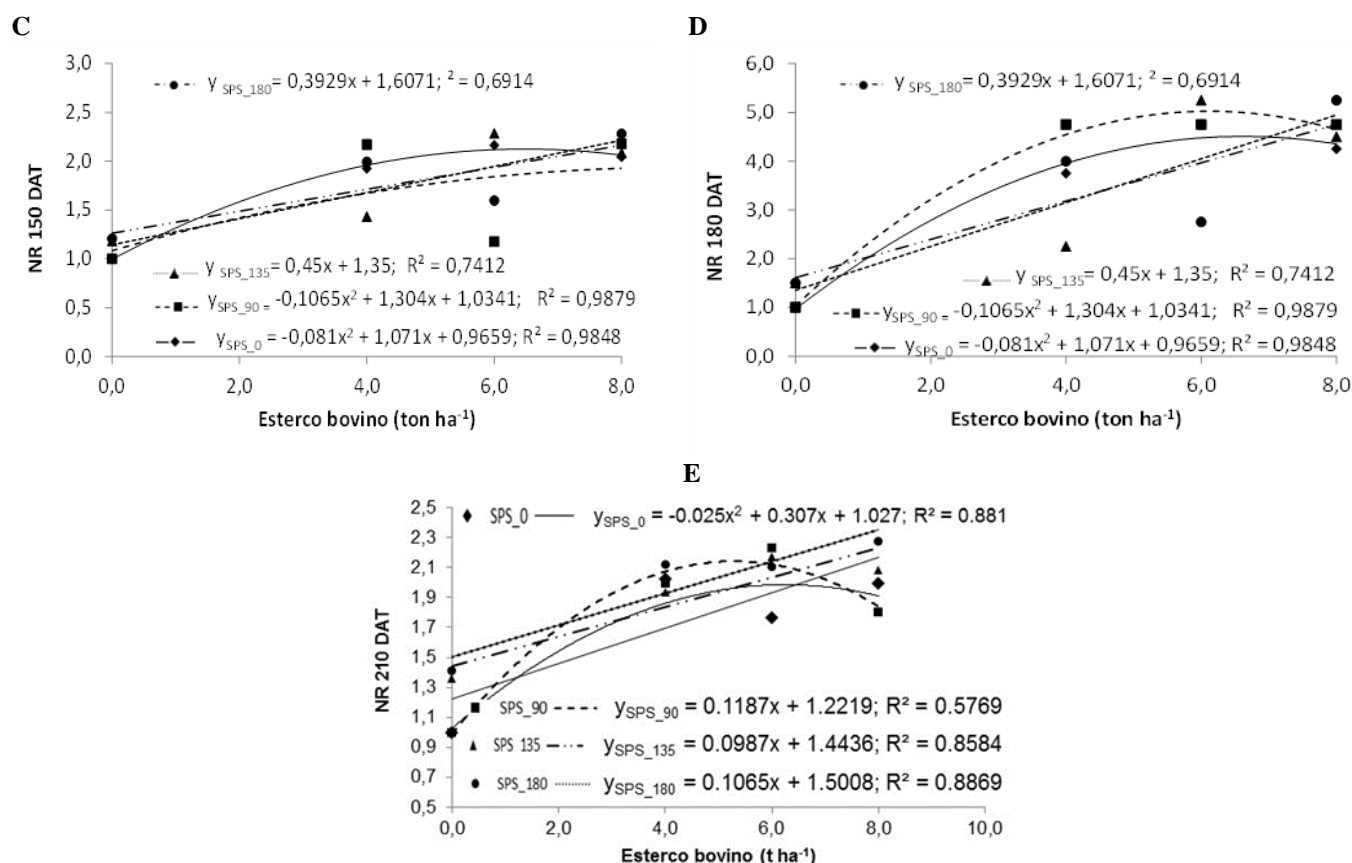
De forma geral, observa-se que o número de ramos ajustou-se ao modelo quadrático, com significância variando entre $p < 0,01$ e $p < 0,05$ (Figura 4) em todas as épocas avaliadas, exceto aos 150 DAT os quais verificou-se que os dados se ajustaram ao modelo linear. Constataram ainda, efeito linear ao 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 4, observa-se que o maior número de ramos foram detectados aos 90, 120, 150, 180 e 210 DAT, ao aplicar as doses máximas MO (8 t ha⁻¹) e de P (180 kg ha⁻¹), propiciando valores de 4,8; 5,3; 5,3; 5,3; e 5,3

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 foram verificados que se mantiveram constante. Uma das possíveis explicações pode estar correlacionada à 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 restituídos no início de cada ciclo.

Figura 4. 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 (A); 120 DAT (B); 150 DAT (C); 180 DAT (D); e 210 DAT (E). *Gráficos plotados a partir de dados transformados. Campina Grande, Paraíba.





O estudo da área foliar é de suma importância, pois permite ao pesquisador identificar a melhor 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-mansão em resposta a aplicação de matéria orgânica (MO) e fósforo (P), estão apresentados na Tabela 6. Constatam-se

efeito significativo (p < 0,01) da interação entre os fatores recomendações de MO e P aos 150 e 180 DAT, não verificando resposta significativa (p > 0,05) nos demais estádios de desenvolvimento das plantas. Porém, na forma isolada (1% de probabilidade) houve significância ao aplicar MO em todas as épocas de avaliação, fato não constatado para a adubação fosfatada (P).

Tabela 6. 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.

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**	110705,94**
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**	4093,19**	1885,93 ^{ns}
Bloco	3	0,09 ^{ns}	5081,79**	5,363E8 ^{ns}	1,293E8 ^{ns}	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. ¹Dados transformado para Log(x), (CV % 66,12); ²Dados transformado para $\sqrt{x+1}$, (CV % 52,15); ³Dados transformado para $\sqrt{x+1}$, (CV % 30,02); ⁴Dados transformado para $\sqrt{x+0,5}$, (CV % 40,98)

De acordo com Severino et al., (2005), a determinação da área foliar permite ao pesquisador obter indicativo de resposta aos tratamentos aplicados, pois esta variável se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética, favorecendo a interceptação da luz, o sombreamento do solo e, sobretudo na produção vegetal.

Christo et al., (2014), estudando a área foliar de plantas jovens de pinhão-mansão submetidas a diferentes níveis de adubação nitrogenada, constataram que, o nitrogênio influencia não apenas a taxa de expansão, mas também a divisão celular, podendo determinar o tamanho final das

folhas. De acordo com Prado et al., (2006), a planta quando em condições de baixo nível de N no solo pode comprometer o crescimento das folhas, pois este nutriente contribui muito no crescimento da planta e, na ausência pode limitar fortemente a produção de fitomassa.

A área foliar (AF_{30%}) de plantas de pinhão-mansão (Figuras 5 e 6), não foi influenciada 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 está associada a maior

capacidade fotossintética da planta e 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 (Figura 6).

Figura 5. Área Foliar planta⁻¹ (AF_{30%}) de plantas de pinhão-mansó 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)*. *Gráficos plotados a partir de dados transformados. Campina Grande, Paraíba.

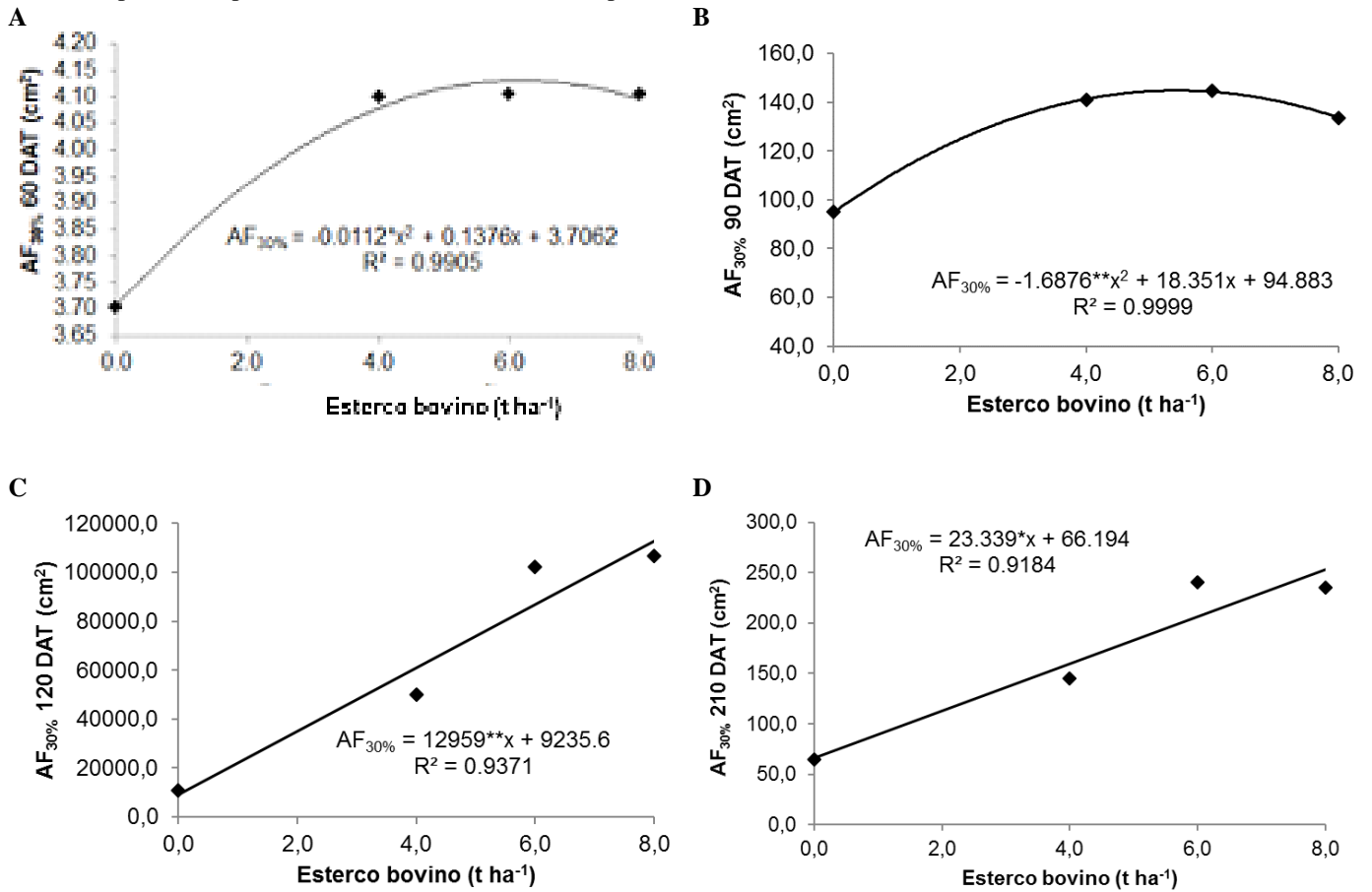
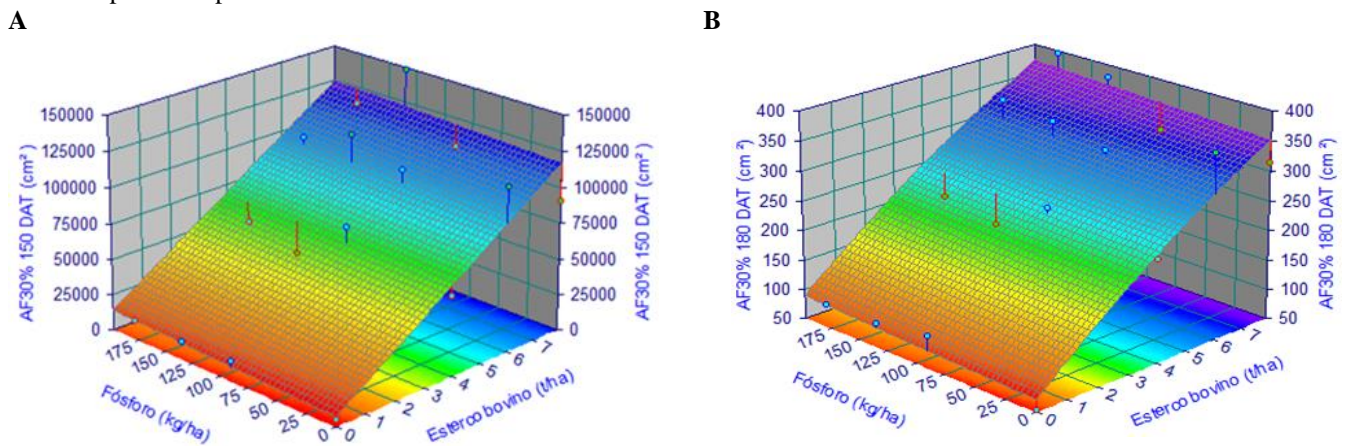


Figura 6. Área Foliar planta⁻¹ (AF_{30%}) de plantas de pinhão-mansó em função de recomendações de adubação orgânica e fosfatada em diferentes fases fenológicas da cultura. Aos 150 DAT (9A); e 180 DAT (9B)*. Campina Grande, Paraíba. *Gráfico plotado a partir de dados transformados.



Segundo Albuquerque et al. (2008), ao estudar o crescimento do pinhão-mansó em função de níveis de água e adubação nitrogenada, observaram que as médias dos valores de área foliar foram maiores nos mais altos níveis de

nitrogênio, concluindo que os melhores resultados de produção de área foliar corresponde à maior aplicação da dose de nitrogênio (180 kg.ha⁻¹) aplicado no solo, corroborando com os dados desta pesquisa.

Sousa et al., (2011), estudando o crescimento do pinhão-mansoso sob condições de estresse salino e adubação fosfatada, observaram efeito significativo em área foliar, quando submetida às doses de fósforo aos 30 Dias Após a Poda (DAP) apresentando médias de 0,56 e 0,31 m², aos 60 DAP 2,49 e 1,99 m² e aos 90 DAP 28,91 e 30,35 m² para as plantas que receberam 135 e 200 g de P₂O₅, respectivamente. Costa et al. (2009), em estudo semelhante também obtiveram efeito isolado significativo de doses de fósforo em pinhão manso no primeiro ano de cultivo. Entretanto, Souza et al. (2009) e Martins et al. (2010) estudando doses de fósforo em mamona e pinhão manso, não obtiveram resultados significativos isolados.

Quanto aos estádios fenológicos 60 e 90 DAT, observou-se resposta quadrática a aplicação de esterco bovino com maiores valores de área foliares obtidos de 13.182,6 a 21.248,9 cm², quando aplicado as recomendações de 6,14 e 5,44 t ha⁻¹ de MO. Enquanto que aos 120 DAT (Figura 7C) os dados se ajustaram ao modelo quadrático (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 (12.959 cm²) em termos de área foliar.

Bertonello et al., (1995), quando analisaram a adubação fosfatada e nitrogenada na produção de biomassa do pinhão-mansoso, constataram que a área foliar foi significativamente influenciada pelas doses de fósforo e nitrogênio. O maior valor encontrado por esses autores (3350,3 cm²) correspondeu às plantas sob 400 kg ha⁻¹ de P e 80 kg ha⁻¹ de N, em contra partida, o menor valor deu-se quando utilizou 0 kg ha⁻¹ de P e 40 kg ha⁻¹ de N.

CONCLUSÕES

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;

A cultura do pinhão-mansoso apresentou melhor resposta ao desenvolvimento e a produção quando se aplicou 8 t ha⁻¹ de esterco bovino e 135 kg ha⁻¹ de fósforo;

A aplicação de 6 t ha⁻¹ de esterco bovino de forma 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 do pinhão-mansoso.

A adubação fosfatada associada à adubação orgânica influenciou significativamente o diâmetro caulinar, a altura da planta, o número de ramificações e o número de folhas da cultura do pinhão-mansoso, exceto a área foliar.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, W. G. de; AZEVEDO, C. A. V. de; BELTRÃO N. E. de M.; FREIRE M. A. de O.; NASCIMENTO, J. J. V. R. do. Crescimento do pinhão-mansoso (*Jatropha curcas* L.) em função de níveis de água e adubação nitrogenada. In: III Congresso Brasileiro de Mamona - Salvador, BA. Anais... Pinhão-mansoso, 09, CD-ROM, 2008.

ALVES, J. M. A.; SOUSA, A. de A.; SILVA, S. R. G. DA.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, OSCAR, J.; UCHÔA, S. C. P. Pinhão-mansoso: uma alternativa para produção de biodiesel na

agricultura familiar da amazônia brasileira. Agro@mbiente On-line, vol.2, no. 1, 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.

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.

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, n. 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.

BERTONELLO, T. F.; LIMA JÚNIOR, I. dos S. de; MOTA, J. H.; MELO, E. P. de; VIEIRA, M. do C. Adubação fosfatada e nitrogenada na produção de biomassa de *Plantago major* L. Anais... V Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 205 p., Brasil, 1995.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite. Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento8: 2010. 26p.

CARNEIRO, J. G. de A. Determinação do padrão de qualidade Pinus taeda para plantio definitivo. Revista Floresta. ISSN Eletrônico 1982-4688. 1977. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/5828/4261>> Acesso em: 02 de abril de 2018.

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.

CHRISTO, L. F.; MARTINS, L. D.; LAVIOLA, B. G.; RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do. Área foliar de plantas jovens de pinhão-mansoso submetidas a Diferentes níveis de adubação nitrogenada. XVIII Encontro de Iniciação Científica, XIV Encontro de Pós-Graduação e VIII INIC Jr da UNIVAP. São José dos Campos – SP. p.1-4, 2014.

- FERREIRA, D. F. Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.0 (Build 67). Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- 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 Wordshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação. INOVAGRI – International Meeting. Fortaleza-CE. 28 a 31 de 2012
- FREIBERGER, M. B.; GUERRINI, I. A.; CASTOLDI, G. Nutrição e adubação NPK para a cultura do pinhão manso no Brasil. Scientia Agraria Paranaensis – SAP. Mal. Cdo. Rondon, v. 12, n. 3, jul./set., p.157-166, 2013.
- 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.; 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.
- LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L.; ALBRECHT, J. C.; MARQUES, S. S.; MARANA, J. C. Caracterização morfoagronômica do banco de germoplasma de pinhão manso: resultados do 1º ano de avaliação. In: I Congresso Brasileiro de Pesquisas em Pinhão Manso, 2009, Brasília. Anais... Brasília: F&B Comunicações e Eventos, 2009.
- 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. 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, n. 2. 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, v. 35, n. 6, p. 3003-3014, 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.
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do.; LAVIOLA, B. G.; BORCARTE, M. Desenvolvimento inicial de mamona e pinhão manso em solo submetido a diferentes corretivos e doses de fósforo. Revista Verde, v. 5, n. 01, p. 143-150, 2010.
- 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. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. vol.13, n .5. 2009.
- PEIXOTO, A. R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973. 282p.
- PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; VALE, D. W. Resposta da aveia preta à aplicação de fósforo sob duas doses de nitrogênio em condições de casa de vegetação. Maringá, v. 28, n. 4, p. 527-533, 2006.
- 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.; ENDRES, L.; WANDERLEY FILHO, H. C. de L.; ROLIM, E. V.; FERREIRA, V. M. Fenologia e crescimento do pinhão-manso cultivado na zona da mata do estado de Alagoas, Brasil. Scientia Agraria, Curitiba, v.11, n.3, p.201-209, May/Jun. 2010.
- 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.M. Método para medição da área foliar do pinhão manso. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, PB, v.14, n.1, p. 73-77, jan./abr., 2006.
- 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-mansô (*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.
- SOUSA, A. E. C.; GHEYI, 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 Ciência Agronômica, v. 42, n. 2, p. 310-318, abr-jun, 2011.
- SOUZA, K. S. de.; OLIVEIRA, F. A. de.; GUEDES FILHO, D. H.; BRITO NETO, J. F. de. Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo. Revista Caatinga, v. 22, n. 04, p.116-122, 2009.