

Produção de mamona, consorciada com algodão colorido e feijão faseolo, submetidos à adubação orgânica e mineral

Production of castor bean, intercropped with colored cotton and mung beans, submitted to organic and mineral fertilizers

Flávio Pereira da Mota Silveira^{2*}, Ivandro de França da Silva³, Remy Farias de Souza⁴, Igor Tenório Marinho da Rocha²

Resumo: O estudo teve como proposta avaliar o efeito de doses de adubo orgânico e da adubação mineral sobre o desenvolvimento vegetativo, bem como, da produtividade da cultura da mamoneira em sistemas de cultivo com o algodão colorido e o feijão comum. O experimento foi conduzido numa área da Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), situada no município de Alagoinha – PB, na microrregião de Guarabira, no período de abril a dezembro de 2008. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com arranjo fatorial em parcelas subdivididas: 6 x 2 (cinco doses de matéria orgânica + uma de NPK x dois sistemas de cultivo), com três repetições. Os tratamentos principais consistiram em cinco doses de adubo orgânico: 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ de esterco bovino e um tratamento com fertilizante químico (NPK), com as respectivas doses 100, 50 e 160 kg ha⁻¹. A cultivar de mamoneira utilizada foi a BRS 149 Nordestina, em sistema de cultivo consorciado com as culturas do algodão colorido e com o feijão comum. Foram avaliados os parâmetros: altura da planta, diâmetro do caule, número de cachos, índice de área foliar e produtividade. Nenhuma das características morfológicas e produtivas analisadas na mamoneira foi influenciada pelo tipo de sistema de cultivo. A aplicação de fertilizantes, seja orgânico ou mineral, causou efeito semelhante nos resultados dos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., sistemas de cultivo, desenvolvimento vegetativo.

Summary: The study aimed to evaluate the effects of doses of organic fertilizer and mineral fertilizer on vegetative growth, as well as the yield of castor bean in cropping systems with colored cotton and mung bean. The experiment was conducted in an area of the Experimental Station of the State Enterprise for Agricultural Research of Paraíba (EMEPA-PB), located in the municipality of Alagoinha - PB in microregion of Guarabira in the period April to December 2008. The statistical design was a randomized block with factorial arrangement in split plot: 6 x 2 (five doses of organic matter + one of NPK x two cropping systems), with three repetitions. The main treatments consisted of five doses of organic fertilizer: 0, 10, 20, 30 and 40 t ha⁻¹ of cattle manure and treatment with chemical fertilizer (NPK), with respective doses 100, 50 and 160 kg ha⁻¹. The castor bean cultivar used was BRS 149 Nordestina in cultivation system intercropped with colored cotton and the common bean. The parameters evaluated were: plant height, stem diameter, number of clusters, leaf area index and yield. None of morphological and productive analyzed in castor beans was influenced by the type of cropping system. The application of fertilizers, whether organic or mineral, caused a similar effect on the results of the evaluated parameters.

Key Words: *Ricinus communis* L., cultivation system, vegetative growth.

* Autor para correspondência

¹ Recebido para publicação em 10/01/2013 e aceito em 22/06/2013

Trabalho de pesquisa do Programa de Iniciação Científica do primeiro autor.

² Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFRPE, CEP: 52.171-900, Recife – PE: flaviopms@hotmail.com, tenorio_igor@hotmail.com

³ Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, CEP: 58.397-000, Areia – PB: ivandro@cca.ufpb.br

⁴ Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, UFAL, CEP: 57.300-970, Arapiraca – AL: remyfarias@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma espécie vegetal da família Euphorbiaceae, vulgarmente denominada carrapateira, rícino, palma-de-cristo, carrapato. É uma planta oleaginosa, tropical, de porte arbustivo, tolerante a seca, cultivada em regiões tropicais e subtropicais (BELTRÃO et al., 2010; COSTA et al., 2010a).

A mamona, no Nordeste, é cultivada em regime de consórcio e em sequeiro por pequenos agricultores. Este modelo é recomendada para pequenas áreas, em unidades produtoras que tem por finalidade a agricultura de subsistência, as quais utilizam a mão-de-obra familiar e os tratamentos culturais são realizados manualmente, pois propicia menor custo de produção (AZEVEDO & BELTRÃO, 2007; NOGUEIRA, 2011; TEIXEIRA et al., 2011). Ao utilizar o consórcio, o agricultor garante maior estabilidade de rendimentos, maior aproveitamento de recursos naturais, redução da erosão do solo, maior diversidade alimentar, maior ocupação de mão-de-obra e supressão natural de plantas invasoras (AZEVEDO et al., 1997; PINTO et al., 2011; DARONCO et al., 2012).

Por possuir ciclo vegetativo longo e porte avantajado, é ideal que a cultura a qual irá fazer consórcio com a mamoneira seja de ciclo curto e porte baixo. Com isso, leguminosas como feijão e amendoim, e o algodão constituem boas opções. Além disto, a escolha da cultivar consorciada deve apresentar efeitos positivos ou ausência de efeitos na produção ou no controle de pragas e doenças da cultura consorciante e nunca efeitos negativos.

Corrêa et al. (2006) observaram efeitos negativos sobre o rendimento de mamona, caupi e sorgo quando consorciados em relação aos seus respectivos controles. Revelando a necessidade de pesquisas sobre o consórcio de cultivares de mamona com demais culturas.

A mamoneira é uma cultura altamente responsiva a adubação, seja esta mineral ou orgânica (CANECCHIO FILHO et al., 1963; FERNANDES et al., 2009). A principal fonte para adubação na agricultura familiar provém do esterco bovino e de outros esterco de animais provenientes das suas próprias propriedades (SEVERINO et al., 2006b). De acordo com Fernandes et al. (2009), a utilização de fontes orgânicas de adubação em regiões semiáridas, seja ela proveniente de esterco

animal e, ou compostos orgânicos, é de suma importância para estas localidades, devido aos baixos teores de matéria orgânica constatados nos solos dessas regiões. Os autores ainda comentam que a eficiência do material orgânico varia em função da qualidade e da quantidade empregada, tomando-se como exemplo que o esterco animal pode variar com o tipo de animal.

Informações referentes à recomendação de doses de fertilizantes, químicos ou orgânicos, visando à obtenção de uma máxima eficiência quanto ao crescimento, desenvolvimento e produtividade da mamoneira, ainda são escassas (COSTA et al., 2011). Bem como, são reduzidas as informações a respeito do cultivo da mamona em regime de consórcio, principalmente, quando se direciona pequenos e médios produtores rurais (BELTRÃO et al., 2010).

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de doses de fertilizantes orgânicos e mineral sobre os parâmetros de desenvolvimento vegetativo, bem como, do rendimento da cultura da mamoneira em sistemas de cultivos com o algodão colorido e o feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido numa área da Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), situada no município de Alagoinha – PB, na microrregião de Guarabira. O solo no local é classificado como LUVISSOLO Crômico Pálicoabruptico (EMBRAPA, 2006). O tipo climático da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo As', correspondendo a quente e úmido, com chuvas de outono a inverno e precipitação pluvial média de 1.100 mm anuais. O município está situado entre as coordenadas geográficas 6° 54' 16" e 6° 59' 44" de latitude e 35° 27' 57" e 35° 36' 00" de longitude, com altitude de 140m.

Foram coletadas amostras de solo da área experimental para caracterização física e química do solo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. As análises físicas e químicas do solo foram realizadas segundo (EMBRAPA, 1997), e encontram-se nas tabelas 1 e 2, respectivamente

Tabela 1. Características físicas das amostras de solo coletadas no local do experimento. Alagoinha – PB, 2008

Profundidade	Composição Textural			Densidade		Porosidade Total	Classificação Textural
	Areia	Silte	Argila	Partícula	Solo		
-----m-----	-----gkg ⁻¹ -----			-----g cm ⁻³ -----		-----%----	
0 – 0,20	534	307	159	2,70	1,39	48	Franco-arenosa
0,20 – 0,40	547	286	167	2,66	1,58	41	Franco-arenosa

Tabela 2. Características químicas das amostras de solo coletadas no local do experimento. Alagoinha – PB, 2008

Profundidade	Determinação				
	P	K ⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	pH	M. O.
-----m-----	-----mgdm ⁻³ -----		cmol _c dm ⁻³		g dm ⁻³
0 – 0,10	1,37	66,9	4,33	4,87	9,88
0,10 – 0,20	1,47	29,9	4,16	4,83	8,64

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com arranjo fatorial em parcelas subdivididas: 6 x 2 (cinco dosagens de matéria orgânica + uma de NPK x dois sistemas de cultivo, mamona + feijão e mamona + algodão), com três repetições. A unidade experimental da parcela principal tem área de 120m² (12,0m x 10,0m) e a subparcela 60m² (12,0m x 5,0m), ficando com área útil 48m² da parte central da parcela principal e 24 m² da parte central da subparcela. Os tratamentos principais consistiram em cinco dosagens de adubo orgânico: 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ de esterco bovino humificado (com teor de umidade corrigido para 5%) e um tratamento com fertilizante químico (NPK), com as respectivas doses 50, 100 e 160 kg ha⁻¹. Como fontes de adubação química foram usadas o sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. A cultivar de mamoneira utilizada foi a BRS 149 Nordestina, em sistema de cultivo consorciado com as culturas do algodão colorido (*Gossypium hirsutum* L. raça *marie-galante* Hutch), cultivar BRS Safira, e com o feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). Dessa forma, as parcelas principais estavam representadas pelas dosagens de matéria orgânica e adubo mineral, enquanto que as subparcelas estavam representadas pelo sistema de cultivo consorciado de mamona com algodão e de mamona com feijão.

As operações de aração e gradagem foram realizadas antes da implantação do experimento. Foram abertas covas com dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, para o plantio da mamona (3 sementes por cova, semeadas com 0,05m de profundidade). A mamona foi plantada no mês abril de 2008, num espaçamento de 3,0m entre fileiras e 1,0m entre plantas. As covas foram abertas retirando-se a camada superficial de 0,0-0,20m de solo para um lado da cova e a camada subsuperficial de 0,20-0,40 m restantes para o outro lado da cova, para que desta forma, fosse

mantida a configuração original das camadas do solo. No plantio, o adubo orgânico e o mineral foram incorporados ao solo que se encontrava fora da cova, revolvido e recolocado na cova. O plantio do feijão comum e do algodão colorido foi feito em sulco, num espaçamento de 0,75m entre fileiras, com quatro e cinco plantas por metro linear (plantas m⁻¹) para o algodão e para o feijão, respectivamente.

Trinta dias após plantio foi realizado o desbaste da mamona, deixando-se apenas uma planta por cova. No mês de junho deu-se início a abertura dos sulcos para o plantio do feijão e do algodão. Sendo realizado no mês de julho o plantio do feijão e do algodão, com incorporação do material orgânico e mineral no mesmo dia. O desbaste da cultura do algodão e feijão foi realizado aos dezoito e vinte e quatro dias após a sua implantação, respectivamente.

As avaliações tiveram início no mês de junho, fase em que as plantas de mamona encontravam-se em início de florescimento. Foram amostradas três plantas de mamona aleatoriamente em cada subparcela a fim de serem avaliados os seguintes parâmetros: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas por planta e diâmetro médio de seis folhas por planta para estimar a área foliar e posteriormente obter o índice de área foliar (IAF).

Para calcular a área foliar de cada indivíduo, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Área foliar} = 3,14 * \frac{\varnothing_{MF}^2}{4} * NF * f \quad (1)$$

Sendo \varnothing_{MF} - diâmetro médio das folhas; NF - número de folhas e f - o fator de correção adimensional. Esta última variável da equação, o fator f, foi determinado pela correlação entre a área foliar estimada pelo comprimento

da folha ($3,14 \times \frac{\phi_{MF}^2}{4}$) e o formatada área foliar da mesma folha reproduzido em uma folha de papel de massa conhecida, e aplicando-se uma regra de três simples, estimou-se a área foliar. A correlação entre a área foliar com base no peso e a área foliar com base no comprimento da folha, permitiu estimar o fator de correção que foi equivalente a 0,692.

O índice de área foliar (IAF) da mamona foi estimado pela relação entre a área foliar da planta e a área de solo ocupada pela planta, da seguinte maneira:

$$\text{Área foliar} = \frac{AF * NP^2}{m^2 \text{ de solo}} \quad (2)$$

Onde NP - número de plantas.

Na ocasião da colheita, foram coletados dados referentes ao número de racemos (cachos) por planta e o rendimento da mamona sob o efeito dos tratamentos fertilizantes em kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância (p<0,05) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey quando significativas, para os tratamentos de

matéria orgânica, foram procedidas análises de regressão tendo como critério de escolha observou-se a magnitude do coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A mamona é uma cultura altamente responsiva à adubação orgânica e mineral (CANECCHIO FILHO et al., 1963; FERNANDES et al., 2009). Pode-se observar que houve efeito significativo (p<0,01) para todas as variáveis analisadas submetidas aos tratamentos com fertilizantes orgânicos e mineral, no entanto não houve efeito (p>0,05) para sistemas de plantio e nem para interação tratamento com o sistema (Tabela 3), confirmando com os resultados obtidos nos estudos realizados por Corrêa et al. (2006) e Teixeira et al. (2011). Para as doses dos fertilizantes orgânicos foi realizado o desdobramento por meio da análise de regressão polinomial que evidenciou efeito para a componente do 2º grau em todas as variáveis analisadas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as características de crescimento e produtividade da mamona submetida a diferentes tratamentos de adubação (orgânica e mineral)

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		AP	IAF	DC	NC	Produtividade
Bloco	2	2794,8 ^{ns}	2,0 ^{**}	60,9 ^{ns}	4,8 ^{ns}	489046,7 [*]
Tratamento	5	2588,3 ^{**}	1,2 ^{**}	473,7 ^{**}	30,2 ^{**}	3041614,2 ^{**}
Sistema	1	400,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}	32,1 ^{ns}	4,0 ^{ns}	2040,0 ^{ns}
Trat. x Sist.	5	296,9 ^{ns}	0,3 ^{ns}	17,8 ^{ns}	0,7 ^{ns}	22409,8 ^{ns}
Resíduo a	10	4342,2	0,2	31,66	3,11	96372,63
Resíduo b	12	302,3	0,1	12,47	1,55	15367,69
Esterco bov.						
E _{linear}	1	**	**	**	**	**
E _{quadrático}	1	**	ns	**	**	**

ns, * e **: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste "F". Altura de Plantas (AP), Índice de Área Foliar (IAF), Diâmetro Caulinar (DC), Número de cachos por Planta (NC).

Nenhuma das características analisadas na mamoneira foi influenciada significativamente quando avaliado o efeito do tipo de sistema de cultivo: mamona com feijão e mamona com algodão (Tabela 3). Em estudo avaliando o crescimento da mamona consorciada com caupi e sorgo, Corrêa et al. (2006) observaram que o consórcio entre mamona e caupi não resultou em efeito prejudicial para o crescimento da mamona. O mesmo comportamento também foi observado no estudo realizado por Teixeira et al. (2011) avaliando diversas cultivares de feijão consorciados com mamona. De forma geral, observou-se que o consórcio da mamona com leguminosas (feijão ou algodão) não causou prejuízos à cultura da mamona, seja

sobre as características de crescimento ou de produtividade.

A aplicação de fertilizante orgânico promoveu médias de crescimento e produtividade semelhantes ao observado ao tratamento com fertilizante mineral para todas as variáveis estudadas: altura de plantas, índice de área foliar, diâmetro caulinar, número de cachos e produtividade (Tabela 4), não ocorrendo diferenças significativas (p<0,05) entre os tratamentos com adubação orgânica ou mineral. Como esperado, o tratamento sem a utilização de matérias fertilizantes resultou na menor média para todas as variáveis avaliadas.

Tabela 4. Resultados médios referentes as variáveis de crescimento e de produtividade da mamona submetidas a diferentes tratamentos de adubação (orgânica e mineral)

Tratamento	AP	IAF	DC	NC	Produtividade
	(m)	(m ² m ⁻²)	(m)	(N ^o)	(kg ha ⁻¹)
Esterco bov.					
0	1,01 b	0,25c	0,0275b	3,5b	565,0c
10	2,21 ab	1,26b	0,0422 a	8,2 a	1784,8b
20	2,45 a	1,28b	0,0432 a	8,7 a	2023,0ab
30	2,68 a	1,62a	0,0493 a	8,2 a	2150,5ab
40	2,69a	1,66a	0,0498 a	8,8 a	2472,3 a
NPK	2,77 a	1,22b	0,0515a	9,8 a	2478,5 a
Média	2,30	1,25	0,0439	7,9	1912,4
CV ₁ %	28,59	23,61	12,80	22,20	16,23
CV ₂ %	7,54	18,32	8,04	15,70	6,48
Dms	132,15	0,19	11,28	3,54	622,74

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Altura de Plantas (AP), Índice de Área Foliar (IAF), Diâmetro Caulinar (DC), Número de Cachos por Planta (NC), Coeficiente de variação para tratamentos (CV₁%), coeficiente de variação para sistemas (CV₂%).

A dose inicial estudada para o fertilizante orgânico de 10 t ha⁻¹ promoveu crescimento semelhante às demais doses de fertilizante 20, 30, 40 t ha⁻¹ e a adubação com fertilizante mineral para as variáveis: altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC) e número de cachos (NC). Entretanto, para o índice de área foliar esta quantidade de adubo orgânico proporcionou efeito inferior ao observado nos tratamentos com adubação de fertilizante orgânica a 20, 30 e 40 t ha⁻¹ e a adubação com fertilizante mineral (p<0,05), Tabela 4.

A adubação com fertilizante mineral foi o tratamento que proporcionou maior altura de plantas (2,77m). Contudo, não houve efeito significativo (p<0,05) entre a adubação com fertilizante mineral e as diferentes doses de 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹ de fertilizante orgânico. O tratamento controle, proporcionou a menor média para a variável altura de plantas (AP). A dose de 10 t ha⁻¹ de esterco não diferiu do tratamento sem adubação (Tabela 4).

O maior desenvolvimento de características como altura de plantas, diâmetro caulinar e número de folhas são encontrados em estudos de pesquisas que avaliaram o efeito da adubação orgânica sobre o crescimento e produtividade da mamona (SEVERINO et al., 2006; FERNANDES et al., 2009; OLIVEIRA FILHO et al., 2010), sendo o melhor desenvolvimento das plantas atribuído ao benefícios físicos que a adubação orgânica proporciona ao solo, como por exemplo, a maior retenção de água.

O tratamento fertilizante com 30 e 40 t ha⁻¹ de fertilizante orgânico proporcionaram os maiores índices de área foliar (IAF) (1,62m²m⁻² e 1,66m²m⁻², respectivamente) cujos resultados não apresentaram diferença significativamente entre si (p<0,05), mas

superaram os demais tratamentos. Os tratamentos 10 e 20 t ha⁻¹ de fertilizante orgânico e mineral não diferiram entre si (p<0,05). Todos os tratamentos com fertilizantes superaram a testemunha (p<0,05).

O tratamento fertilizante com adubação mineral proporcionou o maior resultado de diâmetro de caule da mamona (0,0515 mm), não sendo significativamente diferente (p>0,05) dos valores obtidos com as doses crescentes de esterco bovino (42,2; 43,2; 49,3 e 49,8 mm, respectivamente para as doses de 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹), mas superando a testemunha em 87% (Tabela 4).

Para a variável número de cachos por planta (NC), o maior resultado obtido (9,8 cachos por planta) foi proveniente do tratamento fertilizante com adubação mineral, cujo resultado não diferiu significativamente (p>0,05) dos demais tratamentos com fertilizante orgânico, mas houve diferença significativa (p<0,05) em relação a testemunha em 180% (Tabela 4). Silva et al. (2007) afirmaram que a variável número de cachos por planta é mais influenciada pela própria genética do que pelo efeito da adubação. Contrariamente, Avelar et al. (2006) atribuem o maior número de lançamentos de cachos de mamona, ao maior período de tempo disponível para a planta em condições ambientais favoráveis, resultando em maior produtividade. A incorporação de matéria orgânica no solo melhora as suas características como: capacidade de reter e fornecer água e nutrientes, além de favorecer a macro e microfauna do solo, ocorrendo assim, melhores condições físicas ao solo para o crescimento radicular e obtenção de nutrientes, observa-se que o número de cachos é fator da disponibilidade de nutrientes para as plantas quando entram no período de floração (Moraes et al., 2012).

A maior produtividade da mamona (2.478,5 kg ha⁻¹) foi proporcionada com o tratamento fertilizante utilizando adubação mineral, no entanto, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados dos tratamentos que receberam 20, 30 e 40 t ha⁻¹ de esterco bovino, mas houve diferença significativa ($p > 0,05$) para o tratamento fertilizante com 10 t ha⁻¹ de esterco bovino e a testemunha. O tratamento fertilizante com adubação mineral superou a produtividade da testemunha em 338,6%. Não houve diferença entre os tratamentos 10, 20 e 30 t ha⁻¹ de esterco, mas esses superaram a testemunha (Tabela 4). Severino et al. (2006b) avaliando o efeito da adubação orgânica e mineral sobre o crescimento e produtividade da mamoneira, observaram que o fornecimento da adubação promoveu diferença significativa nos parâmetros avaliados quando comparado com o tratamento em que não houve aplicação de adubo. Analisando-se a produtividade, o tratamento em que foi aplicado esterco bovino superou o tratamento sem adubação em 457,6 kg ha⁻¹, enquanto que, o tratamento que recebeu adubação mineral promoveu aumento de 824,4 kg ha⁻¹ em relação a testemunha. Quando houve a combinação de esterco bovino mais adubo mineral, essa

diferença foi ainda maior, aumentando a produtividade em 1008,8 kg ha⁻¹.

Neste trabalho, observou-se que as doses de esterco bovino 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹, de forma geral, não proporcionaram efeito significativamente diferentes nos parâmetros de crescimento e produtividade da mamoneira. O mesmo comportamento foi observado por Severino et al. (2006a) em que não encontraram diferença significativa nos parâmetros de crescimento e produtividade da mamoneira quando avaliaram o efeito de três doses de esterco bovino, 2500, 5000 e 10000 kg ha⁻¹ e justificam tal fato por não ter ocorrido intensa atividade microbiana durante o ciclo da planta, em decorrência de limitação hídrica, limitando a decomposição do material e liberação de nutrientes para as plantas.

Costa et al. (2010b) sugerem que a fertilização orgânica da mamoneira seja complementada com adubação mineral, contudo, os dados obtidos neste trabalho contradizem a afirmativa destes autores, visto que, doses acima de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino proporcionaram resultados semelhantes de crescimento e produtividade da mamoneira cv. BRS Nordestina.

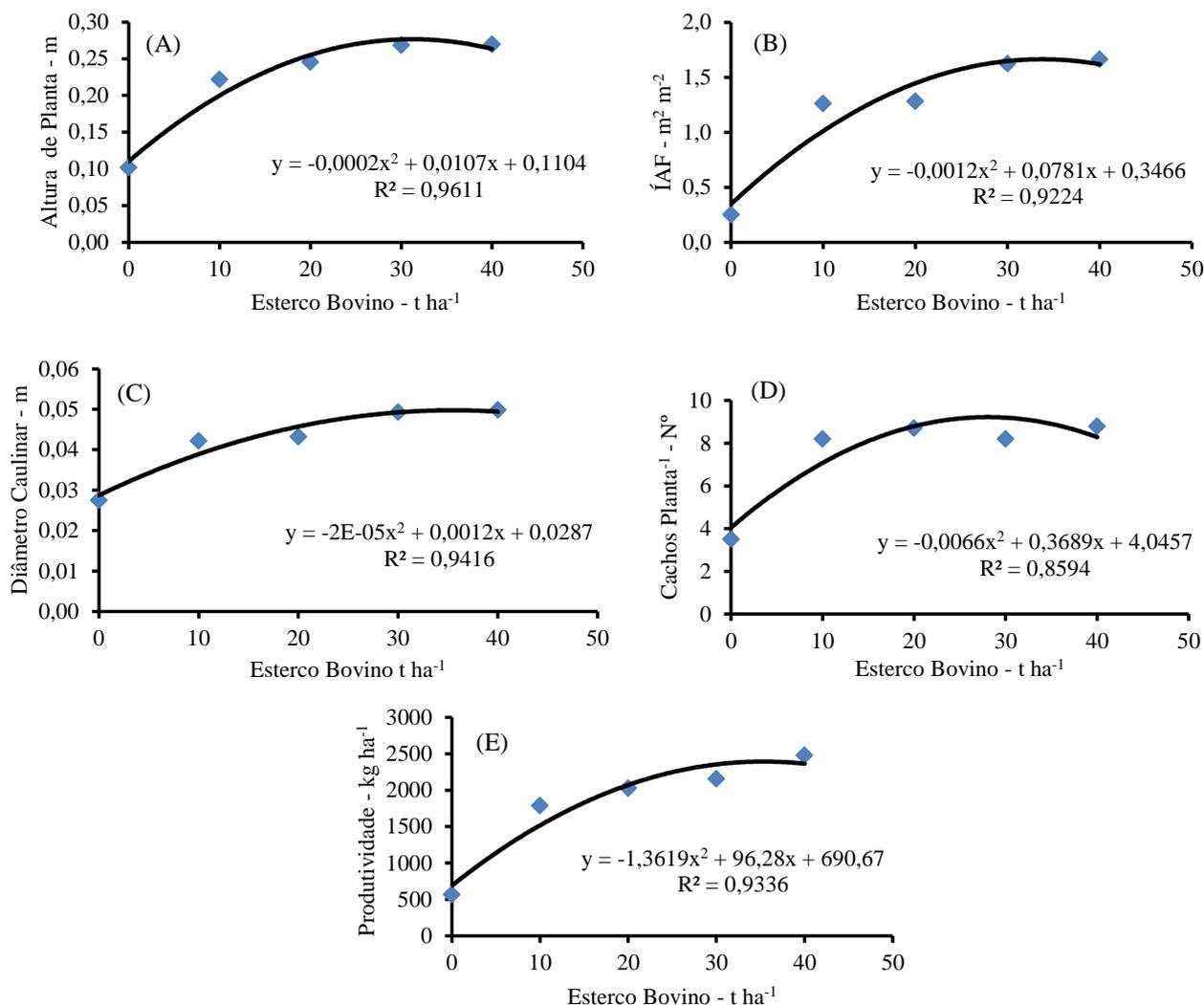


Figura 1: Curva de resposta da mamona a doses crescentes de esterco para a variável Altura de Planta (A), Índice de Área Foliar (IAF) (B), Diâmetro Caulinar (C), Número de Cachos por Planta (D) e Rendimento (E).

Realizando a primeira derivada das equações presentes na Figura 1 e igualando-as a zero podemos afirmar que a dose de máxima eficiência física para as características avaliadas será atingida com as doses aproximadas de 31, 32, 35, 28 e 35 t ha⁻¹ de esterco bovino para as variáveis: altura de plantas (AP), índice de área foliar (IAF), diâmetro caulinar (DC), número de cachos por planta (NC) e produtividade, respectivamente. Se considerarmos que 90% da dose de máxima eficiência física correspondem a dose de máxima eficiência econômica a quantidade de esterco a ser utilizada será 28, 29, 32, 25 e 32 t ha⁻¹.

CONCLUSÃO

A utilização de culturas de baixo porte como feijão e algodão consiste numa forma viável de melhor aproveitamento da área plantada com mamona sem causar efeitos negativos a produção da mesma.

Doses de esterco bovino superiores a partir de 10 t ha⁻¹ são adequadas para as exigências nutricionais da mamoneira nas condições avaliadas neste estudo, contudo, sugere-se a aplicação de 32 t ha⁻¹ de esterco, pois, esta é a maior dose que atende as características de crescimento e produtividade da mamoneira BRS Nordestina quando avaliada a dose de máxima eficiência econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVELAR, R. C.; DEPERONJÚNIOR, M. A.; CARVALHO, J. P. F.; DOURADO, D. C.; DANFA, S.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P. **Produção de Mudas de Mamona (*Ricinus communis* L.) em Tubetes de Diferentes Tamanhos.** Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/ProducaoMudas14.pdf>. Acesso em 23 ago. 2009.
- AZEVEDO, D. M. P. DE; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Recomendações técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil. Campina Grande: Embrapa – CNPA, 52 p. (Embrapa – CNPA. Circular Técnica, 25), 1997.
- AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio da mamona no Brasil.** 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007, 504p. (Embrapa Informação Tecnológica).
- BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; SOUTO, J. S. Consórcio mamona e amendoim: opção para a agricultura familiar. **Revista Verde**, v.5, n.4, p. 222 – 227, 2010.
- CANECCHIO FILHO, V.; ROCHA, J. L. V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira. III-Experiências com doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio. **Bragantia**, Campinas, v. 22, n. 62, 1963.
- CÉSAR, A. S.; BATALHA, M. O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality. **Energy Police**, v. 38, p. 4031-4039, 2010.
- CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolado e consorciado com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006.
- COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, F. E. A.; MELO FILHO, J. S. M. SILVA, M. A. Disponibilidade de nutrientes no solo em função de doses de matéria orgânica no plantio da mamona. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 204 – 212, 2010a.
- COSTA, F. X.; SILVA, M. A.; SILVA JÚNIOR, E. N.; MELO FILHO, J. S.; SILVA, E. A. Avaliação do crescimento da mamoneira sob efeito de casca de mamona e fertilizantes químicos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 130 – 136, 2010b.
- COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; MELO FILHO, J. S.; SILVA, D. P.; DANTAS, G. F.; SILVA, F. E. A. Avaliação da fisiologia e bioquímica da mamoneira em função da aplicação de composto orgânico de lixo e torta de mamona como fertilizantes. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 1, p. 101 - 109, 2011.
- DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da floresta estacional semidecidual com mandioca (*Manihot succulenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p.291-299, 2012.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, 2006. 306p.
- FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 358 - 368, 2009.
- GUIMARÃES, M. M. B.; ALBUQUERQUE, R. C.; LUCENA, A. M. A.; COSTA, F. X.; FREIRE, M. A. O.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S. Fontes orgânicas de nutrientes e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, II, 2006, Aracaju – SE. Anais...Sergipe: EMBRAPA-CNPA, CD Room,2006.
- IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a agricultura. Informe sobre a situação e perspectiva da agroenergia e biocombustíveis no Brasil. Disponível em: <http://www.iica.org.br/Docs/Publicacoes/Agronegocio/SituacaoPerspectivasBiocombustivelBrasil>. Acesso em: 25/06/2012.
- LAVANYA, C.; MURTHY, I. Y. L. N.; NAGARAL, G.; MUKTA, N. Prospects of castor (*Ricinus communis* L.) genotypes for biodiesel production in India. **Biomass and Bioenergy**, v. 39, p. 204-209, 2012.
- MORAIS, T. P. S.; PISSARRA, T. C. T.; REIS, F. C. Atributos físicos e matéria orgânica de um argissolo vermelho amarelo em microbacia hidrográfica sob vegetação nativa, pastagem e cana-de-açúcar. **Enciclopédia biosfera**, centro científico conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 2012.
- NOGUEIRA, L. A. H. Does biodiesel makesense?. **Energy**, v. 36, p. 3659-3666, 2011.
- OLIVEIRA FILHO, A. F.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; MESQUITA, T. O.; ZONTA, E. Crescimento de cultivares de mamoneira sob doses de torta de mamona. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 5, p. 18 – 24 (Numero Especial), 2010.
- PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O.; SIZENANDO FILHO, F. A. Mamona consorciada com girassol em plantios defasados: Eficiência biológica. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 5, p. 166-176, 2011.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 563 - 568, 2006a.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 879 - 882, 2006b.

SILVA, T. R. B.; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B.; VIANA, L. H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1357 - 1359, 2007.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; TIMOSSI, P. C.; SILVA, A. G. Desempenho agrônômico de cultivares de feijão-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 55-61, 2011.

VAZ, P. H. P. M.; SAMPAIO, Y. S. B.; SAMPAIO, E. V. S. B. Análise da competitividade da mamona para produção debiodiesel no nordeste do Brasil. Fórum Banco do Nordeste do Brasil, 2008.