

## **EFICIÊNCIA COMPARATIVA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CRESCIMENTO DA MAMONEIRA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

*Magna Maria Macedo Ferreira*

Eng. Agr. D. Sc., Pesquisadora A da Embrapa Algodão, Caixa Postal 174, 58428-095 Campina Grande-PB.

E-mail: magna@cnpa.embrapa.br

**Resumo** - Com o objetivo de aprimorar os sistemas de adubação da cultura da mamona na agricultura familiar do estado da Paraíba, foi instalado um experimento de campo no dia 06 de maio de 2004 na Fazenda Bom Sossego, município de Salgado de São Félix-PB, em conformidade com as recomendações técnicas vigentes, em regime de sequeiro. Foi adotado o delineamento em blocos casualizados com três repetições. Foi empregado esterco bovino nas doses 5,0; 10,0 e 20,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, na ausência e na presença de adubação com 80 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Os tratamentos adicionais foram: i) testemunha absoluta: com dose zero de esterco e de NPK; ii) adubação completa com NPK + micronutrientes; iii) adubação NPK; iv) esterco bovino em 5,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> + adubação NPK; v) esterco bovino em 5,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> + P e vi) esterco bovino em 20,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, a lanço, em superfície total, incorporado com uma enxada. Os resultados permitiram as seguintes conclusões: 1) Em solo arenoso, o uso de esterco é essencial para a mamoneira; 2) O uso de 10,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de esterco, especialmente na presença do PK, é a dose recomendada; e 3) O uso de 5,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> + NPK foi o tratamento que permitiu os melhores resultados da adubação mineral e orgânica sobre o número de cachos/planta.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., esterco bovino, adubação mineral, macronutrientes, micronutrientes

## **COMPARATIVE EFFICIENCY OF ORGANIC FERTILIZATION ON THE GROWTH OF THE CASTOR BEAN IN SEMIARID PARAIBA**

**Abstract** - With the objective of improve the fertilization systems of the castor bean culture in family agriculture in the state of Paraíba, was installed a field experiment on May 6, 2004 in Fazenda Bom Sossego, Salgado de São Félix city, in accordance with the current technical recommendations, under dryland. Was adopted the randomized block design with three replications. Cattle manure was used in doses 5.0, 10.0 e 20.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, in the absense and presence of fertilization with 80 and 50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectively. The additional treatments were: i) absolute control: with zero dose of manure and NPK; ii) complete fertilization with NPK plus micronutrients; iii) NPK fertilization; iv) cattle manure in 5.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> plus NPK fertilization; v) manure in 5.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> plus P; and vi) cattle manure in 20.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, broadcasted, in total area, incorporated with one hoe. The results allowed the following conclusions: 1) In sand soils, the use of manure is essential for the castor bean; 2) The use of 10.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> of manure, especially in the presence of PK, is the recommended dose; and 3) The use of 5.0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> plus NPK was the treatment that allowed the best results from mineral and organic fertilization on the number of clusters/pant.

**Key-Words:** *Ricinus communis* L., cattle manure, mineral fertilization, macronutrients, micronutrients

### **INTRODUÇÃO**

O grande incentivo ao plantio da mamoneira com vistas à produção do biodiesel tem tornado essa cultura de grande interesse para os agricultores locais (Melo et al., 2008). Trata-se de uma cultura com alta resistência à seca, de fácil manejo, baixa incidência de pragas e doenças e com mercado garantido: o mercado de óleos combustíveis para fins automobilístico (biodiesel) e elétrico (bioeletricidade) (KOHLHEPP, 2010).

Recentemente, a PETROBRÁS tem investido em um programa de desenvolvimento tecnológico para a cultura no estado do Rio Grande do Norte e várias indústrias têm estabelecido parques de moagem para a semente de

mamona a ser produzida nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte com vistas à produção de biodiesel (TABILE et al., 2009).

A mamoneira é uma oleaginosa de relevante importância econômica, apresentando inúmeras aplicações na área industrial (SARTORI et al., 2009). Ela produz bem em diversos tipos de solos e necessita de 400-800 mm de precipitação anual de chuva, 300 a 1.500 m de altitude, temperatura média de 20-30 °C e luminosidade elevada para produzir grãos com teores de óleo acima de 45% (AZEVEDO et al., 2007; BELTRÃO et al., 2002).

Todas as partes da planta são aproveitadas. Seus restos culturais adicionam matéria orgânica ao solo (ZUCHI et al., 2010), suas folhas podem ser adicionadas à alimentação do gado bovino (FERREIRA et al., 2009) e

do bicho-da-seda (BARROS JUNIOR et al., 2008). De suas sementes são extraídos a torta e o óleo. A torta é utilizada como fertilizante e na alimentação animal, quando destoxicada. O óleo, seu principal produto, tem inúmeras aplicações industriais (BELTRÃO & AZEVEDO, 2007).

O baixo crescimento no plantio da mamoneira após o início da crise energética do petróleo foi devido a vários fatores adversos, entre eles o baixo preço do produto, os elevados preços dos fertilizantes, as poucas pesquisas sobre cultivares adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas, bem como ao pouco conhecimento existente sobre sua adubação e nutrição mineral (AZEVEDO & GONDIM, 2006).

O Brasil, durante décadas, foi o maior produtor mundial de mamona em baga e o maior exportador de óleo. Contudo, a partir de 1985, o país perdeu esta posição, ocupada atualmente pela Índia (SANTOS et al., 2007). Segundo Kouri et al. (2006), a perda de competitividade do Brasil no mercado mundial de mamona é explicada pela menor utilização de tecnologia em seu cultivo.

A mamona é uma cultura com grande potencial de cultivo para o semiárido do Nordeste, tendo grande impacto econômico tanto como fixadora de mão-de-obra e geradora de empregos quanto como fonte de matéria-prima para a indústria (BELTRÃO et al., 2006).

Devido à existência de poucas culturas viáveis e à instabilidade climática, a agricultura nordestina tem tido pouca evolução na adoção de novas tecnologias. Esse fato, mais a falta de incentivos nos últimos anos, levaram a mamoneira a uma fase de decadência, sinalizando a necessidade de se buscar alternativas para viabilizá-la,

visto que ela desempenha papel social importante na região Nordeste (AZEVEDO & GONDIM, 2006).

A nutrição e adubação da mamoneira exercem grande importância no processo produtivo. Assim, se por um lado a necessidade de fertilizantes é grande, por outro lado, os custos financeiros com adubação são elevados, fazendo-se necessário otimizar cada vez mais o uso desses insumos, com a finalidade de se obter o maior rendimento com o menor custo possível (BELTRÃO & GONDIM, 2006).

Apesar da importância econômica e social que a cultura da mamona apresenta, poucos trabalhos de pesquisas têm sido desenvolvidos no sentido de se estudar sua nutrição e adubação.

Visando cobrir as lacunas tecnológicas no sistema de produção da mamona no estado da Paraíba, em especial no que diz respeito à adubação e à nutrição mineral, este trabalho objetiva avaliar os efeitos das adubações química e orgânica na mamoneira sobre as características de crescimento da planta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido ao nível de campo na Fazenda Bom Sossego, município de Salgado de São Félix-PB, em conformidade com as recomendações técnicas vigentes. A área foi preparada com as correções, arações e gradagens necessárias para a implantação da cultura, que ocorreu no dia 06 de maio de 2004.

A condução pretendeu evitar limitações do crescimento potencial da mamoneira cv. BRS Nordestina por estresses bióticos e abióticos possíveis. O experimento foi conduzido em regime de sequeiro. A adubação básica foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo (Tabela 1) e com os diferentes tratamentos estudados.

Tabela 1. Análise do solo da Fazenda Bom Sossego, município de Salgado de São Félix-PB

		Profundidade (cm)	
		0-20	20-40
pH em água	(1:2,5)	5,7	4,8
Complexo Sortivo (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Ca <sup>++</sup>	16,0	6,0
	Mg <sup>++</sup>	7,0	13,0
	Na <sup>+</sup>	0,7	0,7
	K <sup>+</sup>	2,8	2,5
	S	26,5	22,2
	H+Al	12,7	18,3
	T	39,2	40,5
%	V	68	55
mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al <sup>3+</sup>	1,0	4,5
mg dm <sup>-3</sup>	P	7,3	2,2
g kg <sup>-1</sup>	M.O.	8,3	5,9

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso no esquema fatorial (3 x 2) + 6, com três repetições (Tabela 2). Foi empregado o esterco bovino como fonte de

nitrogênio nas doses 5,0; 10,0 e 20,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, na ausência e presença de adubação com fósforo e potássio, nas doses de 80 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Tabela 2. Tratamentos a serem usados no experimento com a mamoneira

Tratamento	Esterco bovino (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	Micronutrientes (kg ha <sup>-1</sup> ) (B-Cu-Fe-Mn-Zn)
Tratamentos do fatorial 2 x 3					
1.	5,0	0	0	0	0
2.	10,0	0	0	0	0
3.	20,0	0	0	0	0
4.	5,0	0	80	50	0
5.	10,0	0	80	50	0
6.	20,0	0	80	50	0
Tratamentos adicionais					
7.	0,0	0	0	0	0
8.	0,0	50	80	50	2*
9.	0,0	50	80	50	0
10.	5,0	50	80	50	0
11.	5,0	0,0	80	0,0	0
12.	20,0**	0,0	0,0	0,0	0

\* Nível 2: 2,0; 1,0; 2,0; 2,0 e 2,0 kg ha<sup>-1</sup> de B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

\*\* A lanço, aplicado em área total.

Os tratamentos adicionais foram:

- 1) Testemunha absoluta, com dose zero de esterco e NPK;
- 2) Adubação completa com NPK, nas doses de 50, 80 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, mais micronutrientes, conforme Tabela 2;
- 3) Adubação completa com NPK, nas doses de 50, 80 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente;
- 4) Esterco bovino na dose de 5,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> + adubação completa com NPK, nas doses de 50, 80 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente;
- 5) Esterco bovino na dose de 5,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> + adubação com fósforo na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup>; e
- 6) Esterco bovino na dose de 20,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, aplicado a lanço, em área total.

A parcela experimental foi constituída de uma área de 21,0 m de largura x 6,0 m de comprimento, resultando em uma área total de 126,0 m<sup>2</sup>. O espaçamento adotado para a mamoneira foi o de fileira simples de 3,0 x 1,0 m.

Na adubação com nitrogênio e potássio, utilizou-se 60% da dose recomendada no plantio e 40% em cobertura (53 dias após a instalação dos experimentos) no caso do

nitrogênio, e metade no plantio e a outra metade em cobertura no caso do potássio. A adubação com o esterco bovino, o superfosfato simples e os micronutrientes foi feita toda no plantio.

Os adubos utilizados no plantio foram: Esterco bovino, Sulfato de Amônia (S.A., 20% de N); Superfosfato Simples (SSP, 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); e Cloreto de Potássio (KCl, 60% de K<sub>2</sub>O).

Para alcançar o nível desejado de micronutrientes, foi utilizada duas vezes a mistura de 9,0 kg de Bórx + 4,0 kg de Sulfato de Cobre + 5,0 kg de Sulfato de Ferro + 4,0 kg de Sulfato de Manganês + 5,0 kg de Sulfato de Zinco. Os adubos utilizados em cobertura foram Uréia (45% de N) e KCl.

A adubação de plantio foi aplicada diretamente em cova aberta com 20 cm de profundidade. Fechou-a e dispôs-se a semente 5 cm ao lado e acima do adubo, evitando-se o contato do mesmo com a semente. Na cobertura, aplicou-se o adubo próximo do caule, a menos de 30 cm da planta, em faixa semi-circular, cobrindo-se com terra das redondezas.

A Tabela 3, a seguir, mostra a quantidade de cada adubo utilizado em plantio e cobertura, no experimento com a mamoneira.

Tabela 3. Quantidade de adubo utilizado em plantio e cobertura, no experimento com a mamoneira

Tratam.	Plantio					Cobertura	
	Esterco	S.A.	SSP	KCl	Micro.	Uréia	KCl
	kg cova <sup>-1</sup>	-----g cova <sup>-1</sup> -----				-----g planta <sup>-1</sup> -----	
1.	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.	3,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.	6,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.	1,50	0,0	4666,0	438,0	0,0	0,0	438,0
5.	3,00	0,0	4666,0	438,0	0,0	0,0	438,0
6.	6,00	0,0	4666,0	438,0	0,0	0,0	438,0
7.	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.	0,00	1050,0	4666,0	438,0	284,0	700,0	438,0
9.	0,00	1050,0	4666,0	438,0	0,0	700,0	438,0
10.	1,50	1050,0	4666,0	438,0	0,0	700,0	438,0
11.	1,50	0,0	4666,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12.	6,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Aos 103 dias da instalação do ensaio, foram avaliados a altura da planta, com o auxílio de uma régua, o diâmetro do caule, com o auxílio de um paquímetro, e o número de cachos por planta, tomando-se três plantas por parcela.

A análise estatística foi feita com a ajuda do programa SAEG 5,0 da Universidade Federal de Viçosa, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao efeito da adubação orgânica sobre a altura das plantas, o diâmetro do caule e o número de cachos/planta da mamoneira cv. BRS Nordestina, no município de Salgado de São Félix, PB, encontram-se nas Tabela 4 e 5 e na Figura 1.

Tabela 4. Análise de variância da altura das plantas (cm), do diâmetro do caule (mm) e do número de cachos/plantas da mamoneira cv. BRS Nordestina submetida à adubação orgânica no município de Salgado de São Félix, PB, em 2004

Fontes de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Nº de cachos por planta
Blocos	2	49,56 <sup>o</sup>	5,61 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>
Tratamentos	11	4212,10 <sup>**</sup>	160,00 <sup>***</sup>	2,58 <sup>*</sup>
Resíduo	22	898,59	31,74	0,87
CV(%)		27,42	24,15	41,61

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>o</sup>: Não significativo e significativo ao nível de 0,1; 1; 5 e 10% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 5. Médias da altura das plantas (cm), do diâmetro do caule (mm) e do número de cachos por plantas da mamoneira cv. BRS Nordestina submetida à adubação orgânica no município de Salgado de São Félix, PB, em 2004

Tratamentos	Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Nº de cachos por planta
1	105,00 abc <sup>1/</sup>	22,79 ab	2,44 ab
2	146,67 ab	27,60 a	2,67 ab
3	137,22 ab	29,41 a	2,78 ab
4	130,56 ab	27,19 a	2,44 ab
5	155,56 a	32,11 a	3,22 ab
6	123,89 ab	29,09 a	2,67 ab
7	62,50 bc	10,36 b	0,67 b
8	77,22 abc	17,59 ab	1,56 ab
9	26,11 c	10,06 b	0,50 b
10	124,44 ab	28,55 a	3,56 a
11	117,22 ab	22,16 ab	2,33 ab
12	105,56 abc	23,04 ab	2,00 ab
D.M.S.	89,13	16,75	2,77

<sup>1/</sup>Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

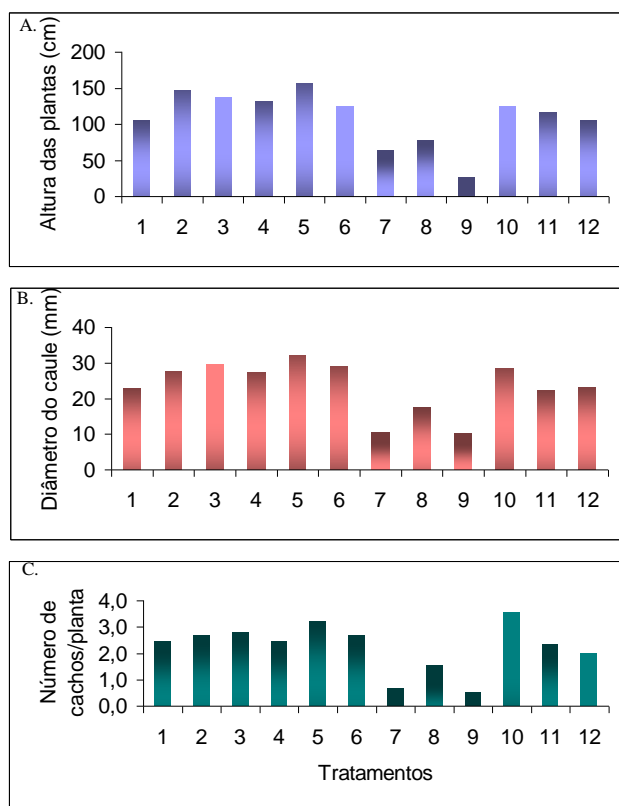


Figura 1. Altura das plantas (cm), diâmetro do caule (mm) e número de cachos por plantas da mamoneira cv. BRS Nordestina submetida à adubação orgânica no município de Salgado de São Félix, PB, em 2004

Conforme podemos constatar nas Tabelas 4 e 5 e na Figura 1, sobre solo arenoso, ligeiramente ácido e pobre em nutrientes, a mamoneira teve forte redução no crescimento e no número de cachos/planta, não respondendo à adubação mineral completa com NPK aplicada isoladamente (Trat. 9), evidenciando forte efeito de toxidez e mortalidade das plantas.

Segundo Ribeiro et al. (2009) uma adubação NPK desbalanceada afeta não somente o desenvolvimento da mamoneira como também a produção econômica. Rodrigues et al. (2010) também constataram efeito tóxico do nitrogênio sobre plântulas de cultivares de mamoneira.

A adição dos micronutrientes (Trat. 8) permitiu um crescimento e um número de cachos/planta maiores, sendo este último 3 vezes maior do que o do tratamento com apenas adubação NPK, concordando com os resultados obtidos por Severino et al. (2006), Oliveira et al. (2010b) e Sahrawat et al. (2010).

Apesar de serem exigidos em proporções bem menores em relação aos macronutrientes, os micronutrientes são tão importantes para o metabolismo vegetal quanto àqueles, melhorando diretamente o crescimento e a produção da mamoneira.

A adubação com esterco mostrou-se essencial para a mamoneira neste solo arenoso, sempre superando os valores de produção e crescimento alcançados com a adubação mineral concordando com os resultados obtidos por Nascimento et al. (2011). Estudos conduzidos por Chiaradia et al. (2009) mostraram que a adubação orgânica foi agronomicamente superior à mineral para esta cultura.

Os maiores crescimentos em altura (Figura 1A) e diâmetro do caule (Figura 1B) foram obtidos com o uso isolado de  $10,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco, especialmente na presença de P e K. Isso mostra que a mamona responde fortemente a adubação com esterco em solos arenosos, sendo esta adubação mais eficiente na presença de adubação com PK.

Segundo Jeschke et al. (1997), o fósforo estimula a absorção de nitrato, sua redução nas raízes, seu transporte no xilema na forma de aminoácidos, bem como a absorção e assimilação do próprio fosfato na mamoneira. Dantas Junior et al. (2010) também constataram melhoria no crescimento e na produtividade da mamoneira em função do aumento da disponibilidade de potássio às raízes.

O melhor número de cachos/planta (Figura 1C) foi obtido com o uso de apenas  $5,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco + NPK (Trat. 10) ou com o uso de  $10,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco na presença de PK.

Isso mostra que o esterco, além de ser uma fonte de nutrientes importante para a mamona, regula a absorção dos mesmos pela cultura, não permitindo que ocorra toxidez em solos arenosos. Também mostra que a adubação com esterco + NPK é a mais eficiente em termos produtivos, pois favorece um crescimento e uma

produção equilibrados para a planta (SEVERINO et al., 2006).

A aplicação de  $5,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco +  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  permitiu aumento considerável na produtividade (Figura 1C) (trat. 11). Isso mostra que o esterco forneceu os nutrientes necessários, além de ter condicionado o solo física (regulando a disponibilidade de ar e água) e quimicamente (regulando a disponibilidade de nutrientes), mas precisou de um aporte de P (ALMEIDA JUNIOR et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010a).

A forma de aplicação de esterco exerce forte influência sobre sua eficiência para a planta da mamoneira (RAGHAVIAH et al., 2006). A aplicação de  $20,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  a lanço, com incorporação apenas superficial, permitiu um crescimento e uma produção inferiores ao uso de até  $5,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco no sulco de plantio ou cova.

Além disso, observou-se que a competição com o mato foi mais intensa neste tratamento, mostrando que o enriquecimento em nutrientes de toda a superfície tende a favorecer o crescimento das ervas daninhas, aumentando a pressão de competição com a cultura e reduzindo adicionalmente a eficiência do esterco.

## CONCLUSÕES

- 1) Em solo arenoso, o uso de esterco é essencial para a mamoneira.
- 2) O uso de  $10,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , especialmente na presença do PK, é a dose recomendada de esterco para a mamoneira.
- 3) O uso de  $5,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  + NPK foi o tratamento que permitiu os melhores resultados da adubação mineral e orgânica da mamoneira sobre o número de cachos/planta.

## LITERATURA CITADA

ALMEIDA JUNIOR, A. B. DE; OLIVEIRA, F. DE A. DE; MEDEIROS, J. F. DE; OLIVEIRA, M. K. T. DE; LINHARES, P. C. F. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. Revista Caatinga, Mossoró, v.22, n.1, p.217-221, 2009

AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. DE M.; SEVERINO, L. S. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. de M. (eds.). O agronegócio da mamona no Brasil. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. cap.10, p.221-253.

AZEVEDO, D. M. P.; GONDIM, T. M. S. Clima e Solo. In: MILANI, M.; SEVERINO, L. S. (eds) Cultivo da Mamona. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, 4). <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/> Fontes

- HTML/Mamona/ Cultivoda Mamona\_ 2ed/ climasolo.html. 09 Nov. 2011.
- BARROS JUNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; LACERDA, R. D. de. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.12, n.4, p.350-355, 2008.
- BELTRÃO, N. E. DE M.; AZEVEDO, D. M. P. de. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. de M. (eds.). *O Agronegócio da Mamona no Brasil*. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. cap.5, p.117-137.
- BELTRÃO, N. E. DE M.; CARTAXO, W. V.; PEREIRA, S. R. DE P.; SOARES, J. J.; SILVA, O. R. R. F. O cultivo sustentável da mamona no Semi-Árido Brasileiro. 1.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 62 p. (Embrapa Algodão. Cartilha, 1).
- Beltrão, N. E. de M.; Gondim, T. M. S. Adubação. In: Milani, M.; Severino, L.S. (eds) *Cultivo da Mamona*. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, 4). [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona\\_2ed/adubacao.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/adubacao.html). 09 Nov. 2011.
- BELTRÃO, N. E. DE M.; SILVA, L. C.; MELO, F. de B. Cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) consorciada com feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] para o semi-árido nordestino, em especial do Piauí. 1.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão; Teresina: Embrapa Meio Norte, 2002. 44 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 97).
- CHIARADIA, J. J.; CHIBA, M. K.; ANDRADE, C. A. DE; OLIVEIRA, C. DE; LAVORENTI, A. Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canal tratada com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.33, n.3, p.701-709, 2009.
- DANTAS JUNIOR, E. E.; CHAVES, L. H. G.; COSTA, F. A. M. DA; MESQUITA, E. F. DE; ARAÚJO, D. L. de. Crescimento de duas cultivares de mamoneira adubadas com potássio, cobre e zinco. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.32, n.4, p.97-107, 2010.
- FERREIRA, M. DE A.; SILVA, F. M. DA; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. de. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, p.322-329, 2009.
- JESCHKE, W. D.; KIRKBY, E. A.; PEUKE, A. D.; PATE, J. S.; HARTUNG, W. Effects of P deficiency on assimilation and transport of nitrate and phosphate in intact plants of castor bean (*Ricinus communis* L.). *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, v.48, n.306, p.75-91, 1997.
- KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. *Estudos Avançados*, São Paulo, v.24, n. 68, p.223-253, 2010.
- KOURI, J.; SANTOS, R. F. DOS; BARROS, M. A. L. Clima e Solo. In: MILANI, M.; SEVERINO, L. S. (eds) *Cultivo da Mamona*. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, 4). [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona\\_2ed/importancia.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/importancia.html). 09 Nov. 2011.
- MELO, W. C.; SANTOS, A. S. DOS; SANTA ANNA, L. M. M.; PEREIRA JUNIOR, N. Acid and enzymatic hydrolysis of the residue from castor bean (*Ricinus communis* L.) oil extraction for ethanol production: detoxification and biodiesel process integration. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Campinas, v.19, n.3, p.418-425, 2008.
- NASCIMENTO, A.L.; SAMPAIO, R.A.; BRANDÃO JUNIOR, D. DA S.; JUNIO, G.R.Z.; FERNANDES, L.A. Crescimento e produtividade de semente de mamona tratada com lodo de esgoto. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.24, n.4, p.145-151, 2011.
- OLIVEIRA, J. P. M. DE; SCIVITTARO, W. B.; CASTILHOS, R. M. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I. Adubação fosfatada para cultivares de mamoneira no Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.8, p.1835-1839, 2010a.
- OLIVEIRA, R. H. DE; SOUZA, M. J. DE L.; MORAIS, O. M.; GUIMARÃES, B. V. C.; PEREIRA JUNIOR, H. de A. Potencial fisiológico de sementes de mamona tratadas com micronutrientes. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 32, n. 4, p. 701-707, 2010b.
- RAGHAVIAH, C. V.; LAVANYA, C.; ROYAL, T. J. K. Differential response of castor (*Ricinus communis*) genotypes to agronomic interventions on salt-affected sodic soils in semi-arid tropical region. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v.76, n.1, p.19-22, 2006.
- RIBEIRO, S.; CHAVES, L.H.G.; GUERRA, H.O.C.; GHEYI, H.R.; LACERDA, R.D. de. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.40, n.4, p.465-473, 2009.

RODRIGUES, H. C. DE; CARVALHO, S. P.; SOUZA, H. A.; CARVALHO, A. A. Cultivares de mamoneira e adubação nitrogenada na formação de mudas. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 32, n. 3, p. 471-476, 2010.

SAHRAWAT, K. L.; WANI, S. P.; PARDHASARADHI, G.; MURTHY, K. V. S. Diagnosis of secondary and micronutrient deficiencies and their management in rainfed agroecosystems: case study from Indian semi-arid tropics. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Philadelphia, v.41, n.3, p.346-360, 2010

SANTOS, R. F. DOS; KOURI, J.; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. DE T.; REQUIÃO, L. E. G. Aspectos Econômicos do Agronegócio da Mamona. In: Azevedo, D. M. P. de; Beltrão, N. E. de M. (eds.). *O Agronegócio da Mamona no Brasil*. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. cap.1, p.21-41.

SARTORI, M. A.; PEREZ, R.; SILVA JUNIOR, A. G. DA; MACHADO, S. R. S.; SANTOS, M. M. DE S.; MIRANDA, C. A. de C. Análise de arranjos para extração de óleos vegetais e suprimento de usina de biodiesel. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v.47, n.2, p.419-434, 2009.

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

TABILE, R. A.; LOPES, A.; DABDOUB, M. J.; CAMARA, F. T. DA; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da. Biodiesel de mamona no diesel interior e metropolitano em trator agrícola. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.29, n. 3, p. 412-423, 2009.

ZUCHI, J.; BEVILAQUA, G. A. P.; ZANUNCIO, J. C.; PESKE, S. T.; ANJOS E SILVA, S. D. DOS; SEDIYAMA, C. S. Características agronômicas de cultivares de mamona em função do local de cultivo e da época de semeadura no Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.3, p.501-506, 2010.

Recebido em 28 11 2011

Aceito em 22 03 2012