

ADUBAÇÃO E ORDEM DO RACEMO NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DA MAMONEIRA BRS NORDESTINA¹

JOSELY DANTAS FERNANDES², LUCIA HELENA GARÓFALO CHAVES³, JOSÉ PIRES DANTAS⁴, JOSÉ RODRIGUES PACÍFICO DA SILVA⁵

RESUMO - A mamoneira produz diferentes ordens de racemos, cujas contribuições na produtividade total variam entre si. Neste contexto, buscou-se avaliar as características agronômicas e determinar a influência da ordem dos racemos e fontes de adubação na produtividade da mamoneira. Para isso, conduziu-se um experimento em blocos casualizados no município de Remígio (PB) com a cultivar BRS Nordestina com quatro repetições e cinco fontes de adubação: testemunha absoluta (solo na sua condição natural de fertilidade); composto orgânico I; composto orgânico II (enriquecido com pós de rocha); esterco bovino; e mineral. Durante a condução do experimento foi avaliada a altura das plantas e da inserção, comprimento, número, início da florescência e maturação dos racemos. Após a colheita foram determinadas as seguintes variáveis, quais sejam: massa dos racemos; número de grãos por planta; produtividade; massa de cem grãos; comprimento; largura dos grãos; e a contribuição das diferentes ordens de racemo na produtividade total. Para isso, os dados foram dispostos em esquema fatorial 5x4 com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído pelas diferentes fontes de adubação e o segundo pelas ordens dos racemos primários, secundários, terciários e quaternários. A adubação promoveu aumento do crescimento da mamoneira, em especial, pelos compostos orgânicos. As primeiras inflorescências foram emitidas nas mamoneiras adubadas organicamente. A massa do racemo, o número de grãos por planta e a produtividade foram maiores nos racemos de ordens secundários e terciários. O comprimento e a largura dos grãos foram maiores nos racemos primários. E as maiores produtividades obtidas com a utilização das fontes orgânicas.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L. Produtividade. Adubos orgânicos e mineral.

FERTILIZATION AND ORDER OF RACEME IN THE AGRICULTURE PERFORMANCE OF CASTOR BEAN BRS NORDESTINA

ABSTRACT - Castor produces racemes primary, secondary, tertiary, among others, whose contributions to the overall productivity differ. In this context, the aim was to evaluate the agronomic characteristics and to determine the influence of the order of racemes and nutrient sources on yield of castor bean. Thus, under field conditions, in the municipality of Remigio, Paraíba State, an experiment with BRS Nordestina cultivar was carried out in randomized blocks design arranged in 5 (different sources of organic manure: without organic manure, compost, compost enriched with rock powders and manure and mineral complete) x 4 (orders of racemes primary, secondary, tertiary and quaternary) factorial experiment, with four replications. During the experiment, plant height and insertion of racemes were evaluated, length and number of racemes, early blooming and maturation of racemes. After harvesting, the following variables were determined: mass of racemes, number of grains per plant, yield, weight of hundred grains, length and width of the grains and the contribution of different orders of racemes in total yield. The growth of castor bean increased with the fertilizing, especially for organic compounds. The first inflorescences were emitted in castor bean plants fertilized organically. The mass of racemes, the number of grains per plant and productivity were higher in racemes of secondary and tertiary orders. The length and width of the grains was higher in primary racemes. The highest yields were obtained with the use of organic sources.

Keywords: *Ricinus communis* L. Yield. Organic and mineral fertilizer.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 17/02/2013; aprovado em 21/08/2014.

Parte da Tese do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da UFCG.

²Departamento de Agroecologia e Agropecuária, CCAA/UEPB, Rua José Gonçalves de Lucena 642, Campina Grande (PB), Brasil, 58.415-375, joselysolo@yahoo.com.br.

³Departamento de Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, Campina Grande (PB), Brasil, lgharofalo@hotmail.com.

⁴Departamento de Química, CCT/UEPB, Campina Grande (PB), Brasil, gpcnpq@terra.com.br.

⁵Departamento de Agroecologia e Agropecuária, CCAA/UEPB, Lagoa Seca (PB), Brasil, rodriguespacifico@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.), pertencente à família Euphorbiaceae, é uma espécie vegetal oleaginosa, cujo teor de óleo em suas sementes varia de 35 a 55% (BALDWIN; COSSAR, 2009), dependendo da cultivar e das condições ambientais.

As plantas da mamona, que é uma espécie polimórfica, apresentam hábito de crescimento simpodial, indeterminado, causando florescimento e produção contínua. Geralmente são cultivadas como cultura anual, com emissão de várias inflorescências ao longo de seu ciclo. Segundo Anjani (2010), a colheita é realizada em vários momentos em função da formação de quatro ordens de racemo, sendo a primeira e a última em torno dos 120 e 210 dias após o plantio, respectivamente, com intervalo aproximado de um mês entre colheitas, dependendo do somatório das unidades calóricas (graus-dia).

Fatores edafoclimáticos tais como precipitação, temperatura, regimes de fotoperíodo e fertilidade do solo influenciam na produtividade de sementes de mamoneira (VIJAYA KUMAR et al., 1996). Além disso, esta produtividade depende da formação de diferentes ordens dos racemos, na qual influencia diretamente a produção de racemos por planta, número de frutos por racemo e peso de mil sementes (FANAN et al., 2009). Segundo Damodaram e Hegde (2007), em condições de estresse hídrico há diminuição no rendimento do grão, principalmente entre 60-65 dias após o plantio, período que coincide com a floração e formação dos frutos.

A porcentagem de germinação de sementes de mamoneira não é influenciada pela ordem do racemo e muito menos pela posição que os frutos ocupam no racemo (MACHADO et al., 2010). Assim, a importância de avaliar a contribuição das ordens dos racemos na produtividade total ocorre por questões de planejamento da colheita, uma vez que em cultivares deiscentes a mesma é realizada periodicamente em função dos vários estágios de maturação, tornando-se uma operação dispendiosa por também ser manual. É importante salientar que racemos superiores ao terciário produzem maior porcentagem de sementes chochas e, conseqüentemente, baixa produção (CORRÊA et al., 2006).

A mamoneira se adapta a grande variedade de solos, com teores de nutrientes variáveis, mas em solos inférteis a produtividade é baixa. A incorporação de esterco bovino e/ou compostos orgânicos ao solo promove mudanças nos seus atributos físicos, químicos e biológicos, melhorando sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água, a aeração e a fertilidade do solo (CUNHA et al., 2012). Vários trabalhos têm mostrado os efeitos da aplicação de adubos orgânicos no aumento do crescimento

e produção da mamoneira como, por exemplo, uso do lodo do esgoto (LIMA et al., 2005; NASCIMEN-TO et al., 2006), torta e casca de mamoneira, esterco do bovino (SEVERINO et al., 2006; FERNANDES et al., 2009) e composto de lixo orgânico (COSTA et al., 2009). Vários autores reportaram em seus trabalhos efeitos positivos da adubação orgânica sobre o crescimento da mamoneira, mas pouco se sabe quanto à influência destes adubos sobre os componentes de produção.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento e as características agronômicas e determinar a influência da posição dos racemos na produtividade da mamoneira BRS Nordestina submetida à adubação orgânica e mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo e de sequeiro na propriedade rural Jacaré, localizada no município de Remígio (PB) (latitude 6° 53'00" Sul; longitude 36°02'00" W, com altitude de 470 m), no período de maio de 2007 a janeiro de 2008. O clima é classificado, conforme Koppen (BRASIL, 1971), em As', quente e úmido com chuvas de outono-inverno, com pluviosidade média anual de 700 mm e déficit acentuado durante quatro a cinco meses. Os dados climáticos no local do experimento encontram-se na Figura 1.

Antes da instalação do experimento, amostras de Neossolo Regolítico eutrófico foram coletadas, secas ao ar, passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura e caracterizadas química e fisicamente segundo os métodos adotados pela EMBRAPA (1997), tendo apresentado os seguintes resultados: areia = 935,1 g kg⁻¹; silte = 30,1 g kg⁻¹; argila = 34,8 g kg⁻¹; pH (H₂O) = 6,17; Ca = 1,12 cmol_c kg⁻¹; Mg = 0,85 cmol_c kg⁻¹; Na = 0,06 cmol_c kg⁻¹; K = 0,11 cmol_c kg⁻¹; Al = 0,16 cmol_c kg⁻¹; MO = 11 g kg⁻¹; P = 7,7 mg kg⁻¹; SB = 2,14 cmol_c kg⁻¹; CTC = 2,30 cmol_c kg⁻¹; e V% = 93,04.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições e cinco fontes de adubação: F1- testemunha absoluta (solo na sua condição natural de fertilidade); F2 - composto orgânico I (12 kg/cova); F3 - composto orgânico II (12 kg/cova de composto enriquecido com pó de rocha potássica, fosfática, pó de telha, e cinza); F4 - adubação mineral (em sementeira com 8g de N, 32g de P₂O₅, 16g de K₂O, 8,11g de Zn, 35,55g de Ca, 8,2g de Mg, 4,06g de B, 4g de Cu, 4g de Mn e 45 dias após o plantio, a qual foi realizada adubação nitrogenada 16g de N/cova); e F5- adubação orgânica com esterco de curral curtido (12 kg/cova).

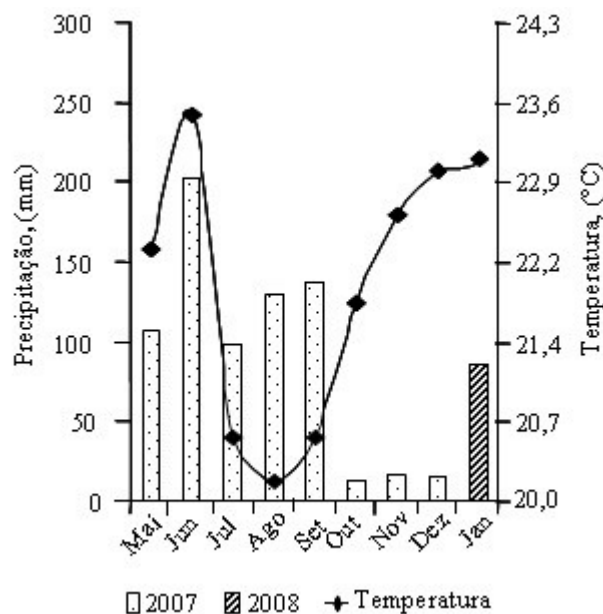


Figura 1. Médias mensais da precipitação pluvial (barras) e temperatura (linha) registrada durante a condução do experimento no município de Remígio (PB) no período de maio de 2007 a janeiro de 2008, segundo dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs).

Para o cálculo da soma térmica (graus-dia) foi utilizada a seguinte equação (KOUTROBAS et al., 1999):

$$GDi = \sum_{i=1}^n \frac{T_{máx.} + T_{mín.}}{2} - T_b \quad (1)$$

onde: $T_{máx}$ = temperatura máxima do dia i ; $T_{mín}$ = temperatura mínima do dia i ; e T_b = temperatura base de 10°C.

Os quantitativos dos adubos (mineral e orgânico) utilizados neste trabalho obedeceram a recomendação para a cultura da mandioca (UFC, 1993). Como fonte de nutrientes utilizou-se o sulfato de

amônia ($(NH_4)_2SO_4$), superfosfato simples (SSP), cloreto de potássio (KCl) e sulfato de magnésio ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$). O boro foi aplicado na forma de tetraborato de boro (bórax) e os demais micronutrientes na forma de sulfato ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$; $ZnSO_4 \cdot H_2O$ e $MnSO_4 \cdot 3H_2O$). O composto orgânico foi fabricado em canteiros de alvenaria no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais CCAA/UEPB utilizando produtos orgânicos (hortaliças, frutas, bagaço de coco e vísceras de animais) provenientes da central de abastecimento (CEASA) do Município de Campina Grande (PB). O esterco de curral e os compostos de lixo foram caracterizados quimicamente, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas dos compostos de lixo e do esterco bovino utilizados no experimento.

Adubos orgânicos	Características químicas											
	N	P	K	Na	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Fe	Mn	Cu
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
Composto orgânico	9,12	4,82	7,05	0,89	17,61	2,67	0,45	5,6	73,23	8467	246	18,19
Esterco bovino	8,23	2,7	11,95	0,74	10,56	3,86	0,45	5,49	44,93	3872	167	10,82
Composto orgânico	8,92	7,37	7,05	1,01	21,13	3,37	0,42	3,83	75,05	10590	265	18,19

Na semeadura foram colocadas três sementes/cova da cultivar BRS Nordestina, realizando-se desbastes para uma planta por cova aos 15 dias após a emergência. O espaçamento entre plantas foi de 2,0 m x 2,0 m em covas de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, em área de 1.280 m², sendo as parcelas constituídas por 16 plantas. Entretanto, foram utilizadas para as avaliações de crescimento e de produção apenas quatro plantas das duas fileiras centrais numa área útil de 16m².

As características agrônomicas avaliadas em função das ordens dos racemos foram: altura das plantas e da inserção dos racemos; comprimento (a

partir do ponto de inserção do primeiro fruto até a inserção do último fruto); e número de racemos, início da inflorescência e maturação dos racemos em dias após a emergência (DAE) e em graus-dias. A altura das plantas e da inserção dos racemos foi determinada na medida em que os racemos primários, secundários, terciários e quaternários atingiram o ponto de colheita, medindo-se a distância (cm) compreendida entre a superfície do solo e a porção média do ápice das plantas, e a distância (cm) entre a superfície do solo e a base de inserção do racemo, respectivamente. O início da inflorescência foi determina-

do pela abertura das primeiras flores femininas e a maturação quando 2/3 dos frutos estavam maduros.

Após a colheita, os racemos foram identificados em função dos tratamentos e da ordem e postos para completar a secagem em casa vegetação por até 35 dias, sendo a umidade corrigida para 13% b.u. Em seguida, foram determinadas as seguintes variáveis: massa dos racemos (g); número de grãos por planta; massa de cem grãos (g); comprimento e largura dos grãos (em cm, utilizando paquímetro com precisão de 0,01 mm e 50 grãos amostrados ao acaso por tratamento); produtividade de grãos (kg ha⁻¹); e a contribuição das diferentes ordens de racemo na produtividade total (%). Para isso, os dados foram dispostos em esquema fatorial 5x4 com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído pelas diferentes fontes de adubação (mencionadas anteriormente) e o segundo fator pelas ordens dos racemos primários, secundários, terciários e quaternários.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F. Verificado o efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) procedeu-se a comparação das médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), empregando-se o Programa de Análise Estatística – SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de altura das plantas, comprimento e número de racemos colhidos em função da ordem, início da inflorescência do racemo primário (IFRP), secundário (IFRS), terciário (IFRT) e quaternário (IFRQ) e maturação dos racemos primários (MRP), secundário (MRS), terciário (MRT) e quaternário (MRQ) em dias e graus-dia estão representados na forma de gráficos (Figura 2).

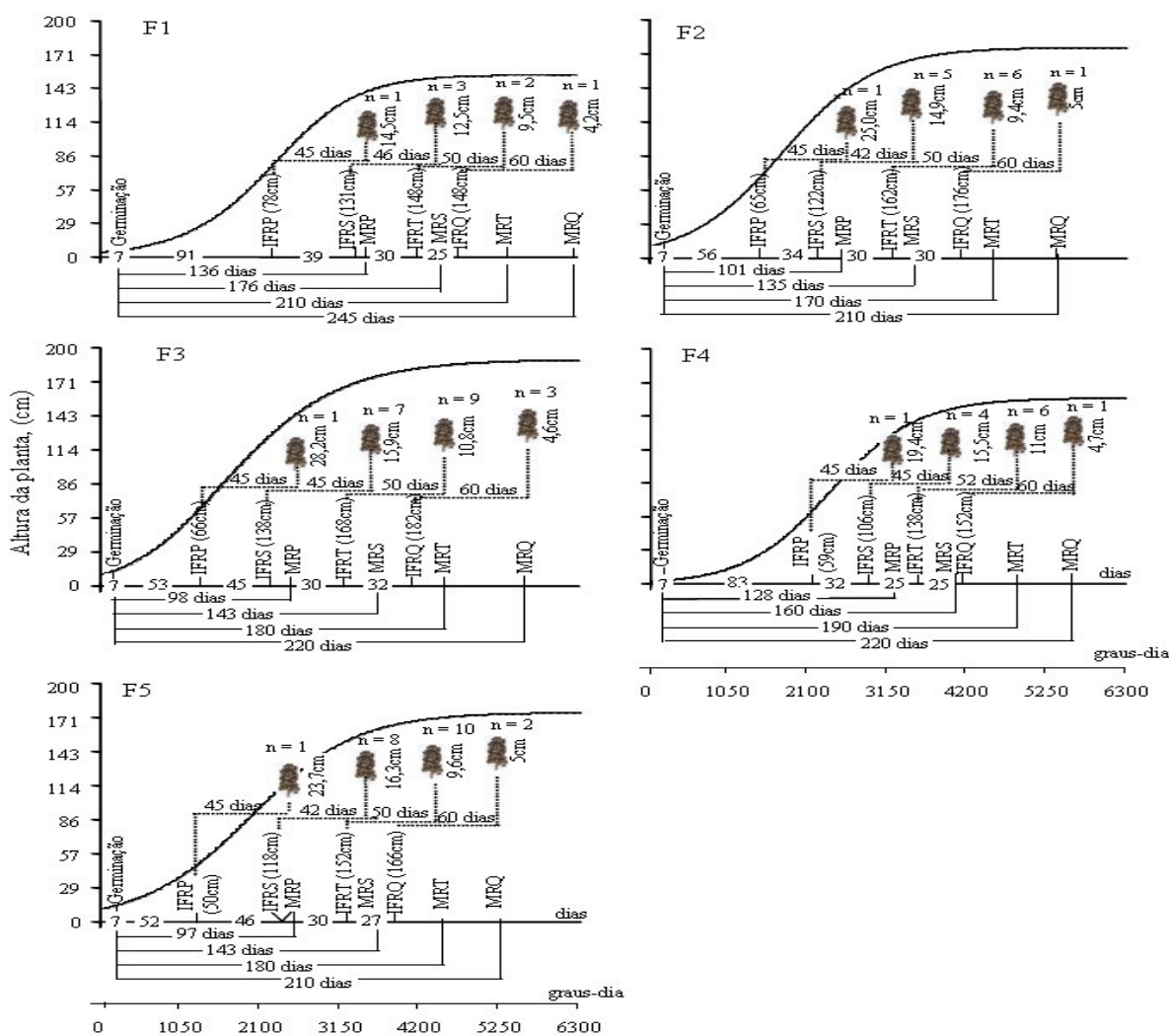


Figura 2. Ciclo evolutivo da mamoneira mostrando o início do florescimento dos racemos primário (IFRP), secundário (IFRS), terciário (IFRT) e quaternário (IFRQ); maturação dos racemos primário (MRP), secundário (MRS), terciário (MRT) e quaternário (MRQ); comprimento e número de racemos colhidos em função dos dias após a germinação; F1 - testemunha absoluta; F2 - composto orgânico I; F3 - composto orgânico II; F4 - adubação mineral; e F5 - adubação orgânica com esterco de curral.

As fontes de adubação apresentaram efeito significativo a ($p < 0,01$) de probabilidade para a variável altura das plantas mostrando que a maior altura (197a cm), aos 240 DAS, correspondeu a F3, ou seja, ao composto orgânico II (enriquecido com pó de rochas, pó de telha e cinza), por ser mais rico em nutrientes. Os demais valores de altura das plantas corresponderam a 182,29b, 180,00b, 165,59c e 159,29c, em relação a F2, F5, F4 e F1, respectivamente (Tabela 2).

Os maiores comprimentos dos racemos, em todos os tratamentos, foram observados nos racemos primários, ou seja, 14,5, 25,0, 28,2, 19,4 e 23,7 cm correspondentes aos tratamentos F1, F2, F3, F4 e F5,

respectivamente (Figura 2), diminuindo em função das ordens dos racemos. Contudo, considerando o comprimento médio de todos os racemos, os valores não diferiram entre si com a utilização das diferentes fontes de adubação (Tabela 2), cujos valores foram menores aos observados por Souza et al. (2007a), variando de 19,04 cm a 26,35 cm para a cultivar BRS Nordestina, provavelmente devido às médias dos racemos serem consideradas até a terceira ordem. Conforme a Figura 2, os valores dos comprimentos dos racemos da quarta ordem são menores que os das outras ordens, contribuindo com a diminuição dos valores médios dos racemos das plantas.

Tabela 2. Valores médios de altura da planta, comprimento dos racemos e número de racemo por planta em função das fontes de adubação, testemunha absoluta (F1), composto orgânico I (F2), composto orgânico II (F3), adubação mineral (F4) e adubação orgânica com esterco de curral (F5).

Variável analisada	Fonte de adubação				
	F1	F2	F3	F4	F5
Altura da planta (cm) ⁽¹⁾	159,29 c	182,29 b	197,00 a	165,59 c	180,00 b
Comprimento dos racemos (cm)	10,93a	12,40a	12,67a	12,42a	12,43a
Número de racemo por planta	7,00b	13,00ab	20,00a	12,00ab	21,0 a

⁽¹⁾ Altura da planta correspondente aos 240 dias após e semeio (DAS).

Os maiores números de racemos por planta, classificados como alto (> 7), de acordo com Savy Filho et al. (1999), foram verificados com a utilização das fontes $F5 > F3 > F2 > F4$, não diferindo suas médias entre si (Tabela 2). Estes valores foram semelhantes ao número de racemo 19,0, na estação chuvosa, observado por Souza et al. (2007a). O menor número de racemo por planta “7”, classificado como médio (5 a 7), foi observado com a ausência de adubação. Contudo, este valor não diferiu estatisticamente dos tratamentos que receberam as fontes composto orgânico I (F2) e adubação mineral (F4).

Vale ressaltar que além da influência das fontes de adubação a produção dos racemos foi favorecida pela precipitação total ocorrida durante os meses de maio (2007) a janeiro (2008), que foi de 803 mm. Este volume de precipitação pluvial é considerado adequado, pois para a planta produzir satisfatoriamente é necessário pelo menos 500 mm de chuva bem distribuída nos 100 primeiros dias, correspondentes ao início do florescimento da mamona (AZEVEDO; GONDIM, 2010).

A primeira inflorescência, denominada racemo ou cacho primário, esteve completamente formada aos 2171,85 (91 DAE), 1386,4 (56 DAE), 1315,35 (53 DAE), 2005,9 (83 DAE) e 1294,6 (52 DAE) graus-dia em função das fontes utilizadas F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente (Figura 2). Os dados referentes às fontes F2, F3 e F5 corroboram com os autores Souza et al. (2007b), Silva et al. (2008) e Diniz Neto et al. (2009), verificando que o florescimento do racemo primário dos seus trabalhos de pesquisa iniciou entre 54 a 80, aos 60 e 60 DAE, respectivamente.

As primeiras inflorescências primárias, secundárias, terciárias e quaternárias foram observadas nas plantas adubadas com os adubos orgânicos (F2, F3 e F5), quando comparadas com as demais fontes (F1 e F4). Vale destacar que as plantas que iniciam a fase de florescimento num menor intervalo de tempo aproveitam melhor o inverno, aumentando a probabilidade de produção dos racemos primários e secundários, com maior participação na produção final de grãos (CORRÊA et al., 2006; SOUZA et al., 2007b). Segundo Beltrão et al. (2001), a mamoneira apresenta crescimento diferenciado em cada ramo, possuindo os racemos idades fisiológicas diferenciadas, metabolismo fotossintético C3 e taxa fotossintética entre 18 e 27 mg CO₂/dm²/h, necessitando de pelo menos 2900 graus/dias de calor para chegar à maturidade.

A altura de inserção do racemo primário no momento de sua formação variou de 50 a 78 cm com a utilização das fontes F5 e F1, respectivamente, valores estes menores que o encontrado por Severino et al. (2006), que foi de 111 cm em um espaçamento 2 x 1 m (entre linhas x entre plantas na linha). Na formação dos racemos secundário e terciário a variação foi de 106 a 138 cm e 138 a 168 cm utilizando as fontes F4 e F3, respectivamente, e na formação dos quaternários a variação foi de 148 a 182 cm para F1 e F3, respectivamente (Figura 2). Ainda observando a Figura 2, o comprimento efetivo dos racemos, independente das fontes de adubação utilizadas, diminuiu em função da ordem dos mesmos (primários > secundários > terciários > quaternários), corroborando com Corrêa et al. (2008), mostrando que a velocidade de crescimento da mamoneira diminuiu progressivamente com o surgimento das diferentes or-

dens do racemo. Segundo Severino et al. (2010), isto ocorre uma vez que as estruturas reprodutivas demandam maiores quantidades de carboidratos. Quanto a partição de assimilados, Beltrão et al. (2005), após estimarem a produtividade primária e a partição de assimilados na cultura da mamona (BRS Nordestina) no semiárido brasileiro, verificaram que a produtividade média de caule e ramos, folhas, racemo e casca, sementes e raízes representam aproximadamente 27,7%, 30,5%, 12,7%, 14,4% e 14,8% da fitomassa total, respectivamente. Segundo Silva (2008), a mamoneira aloca seus assimilados inicialmente nas folhas e hastes, cujo máximo ocorre aos 150 e 180 dias após a emergência (DAE) e, posteriormente, os transfere para os cachos entre 150 e 240 DAE.

A maturação dos racemos primários (MRP) ocorreram aos 3236,9 (136 DAE), 2426,4 (101DAE), 2333,7 (98 DAE), 3053,8 (128 DAE) e 2310,75 (97 DAE) graus-dia com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente, discordando de Severino et al. (2010), que verificaram a MRP aos 90 DAE. Os racemos secundários maturaram aos 4264,35 (176 DAE), 3212,65 (135 DAE), 3407,45 (143 DAE), 3836,25 (160 DAE) e 3407,45 (143 DAE) graus-dia. Os terciários aos 5224,25 (210 DAE), 4095,75 (170

DAE), 4373,05 (180 DAE), 4658,75 (190 DAE) e 4373,05 (180 DAE) graus-dia. E os quaternários aos 6234,75 (245 DAE), 5224,25 (210 DAE), 5519,8 (220 DAE), 5519,8 (220 DAE) e 5224,25 (210 DAE) graus-dia, com a utilização das fontes F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente (Figura 2).

A massa do racemo, número de grãos por planta, produtividade, massa de 100 grãos, comprimento e largura do grão da mamoneira foram analisadas segundo a ordem do racemo e as fontes de adubação utilizadas (Tabela 3). Pela análise da variância, verificou-se que a ordem do racemo influenciou significativamente ($p < 0,01$) todas as variáveis analisadas, discordando de Machado et al. (2009), que não observaram efeito significativo da posição do racemo no peso, tamanho e número de sementes por fruto de mamona. Corrêa et al. (2006) verificaram efeito significativo da posição dos racemos no peso de 100 sementes. A fonte de adubação influenciou a massa do racemo, grãos por planta, produtividade e massa de 100 grãos ($p < 0,01$) e a interação entre fontes de adubação e ordem de racemo influenciaram significativamente a massa do racemo e produtividade ($p < 0,01$) e grãos por planta ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo das análises de variância da contribuição relativa da ordem dos racemos e das fontes de adubação para os dados de massa dos racemos, grãos por planta, produtividade, massa de 100 grãos, comprimento e largura do grão da cultivar BRS Nordestina.

FV	GL	Quadrados Médios					
		Massa racemo	Grãos por planta	Produtividade	Massa de 100 grãos	Comprimento do grão	Largura do grão
Bloco	3	37432,4 ^{ns}	39171,7*	104432,6 ^{ns}	44,4 ^{ns}	0,036 ^{ns}	0,022 ^{ns}
Fonte de adubação (A)	4	233463,6**	156127,9**	646361,9**	1226,3**	0,051 ^{ns}	0,024 ^{ns}
Ordem (O)	3	673120,8**	570082,7**	1683308,4**	1142,6**	1,703**	4,144**
A x O	12	45977,9**	31258,7*	121494,8**	104,6 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,020 ^{ns}
Resíduo	57	17204,4	13959,4	45525,8	104,6	0,033	0,018
CV %		54,68	54,15	54,88	170,72	10,52	9,64

* Significativo ($p < 0,05$); ** Significativo ($p < 0,01$); e ^{ns} não significativo pelo teste F.

A comparação das médias das características avaliadas em função das fontes de adubação e da ordem do racemo pode ser observada na Figura 3. Em geral, as massas dos racemos secundários e terciários foram significativamente maiores que das demais ordens observadas em todas as fontes de adubação, com exceção da F1, ou seja, na ausência de adubação, a qual não houve diferença estatística.

As massas dos racemos primários e quaternários não diferiram estatisticamente com a utilização das fontes de adubação. Os racemos secundários produzidos com as fontes F3 e F5 foram os que apresentaram maior massa (633,87 e 770,11 g, respectivamente). Porém, suas médias não diferiram entre si. Também não houve diferença significativa para a massa do racemo entre as fontes F2 e F3, como tam-

bém entre F1 e F4. Com relação a massa dos racemos terciários, não diferiram estatisticamente entre as fontes F2, F3, F4 e F5 e entre as fontes F1, F2 e F4. Chaves et al. (2011) avaliaram o efeito de diferentes fontes de adubação na produção da mamona cultivar BRS Nordestina em sequeiro e observaram maiores produções de racemo quando se utilizou esterco bovino e adubo organomineral, 252,74 e 274,88 g, respectivamente. Ainda segundo os autores, a menor produção de racemo foi colhida na ausência de adubo e com o uso do mineral, 75 e 125 g, respectivamente.

Independente da fonte de adubação, os racemos secundários e terciários contribuíram de forma significativa com um maior número de grãos colhidos por planta. Contudo, no tratamento F1 não foi

verificado diferença estatística entre as ordens dos racemos. Em relação às fontes de adubação, pode-se observar que os maiores números de grãos (535,9 e 628,8) corresponderam a F3 e F5 (Figura 3). A partir do racemo quaternário, a quantidade de sementes produzidas foi tão baixa que inviabilizou economicamente o processo, corroborando com Corrêa et al. (2006).

Levando-se em consideração as dimensões do grão de mamona ao se planejar a colheita mecânica desta planta observou-se que as maiores médias do

comprimento dos grãos foram obtidas com a produção dos racemos primários, independente da fonte utilizada, diferindo estatisticamente das demais ordens (Figura 3). Estes valores foram semelhantes ao tamanho do fruto observado por Machado et al. (2009), com 19,4 mm. Com exceção do racemo quaternário na ausência de adubação (F1), no qual foram produzidos grãos de menor comprimento, entre os demais racemos, secundários e terciários, e entre as fontes de adubação, não promoveram reduções significativas no tamanho dos grãos.

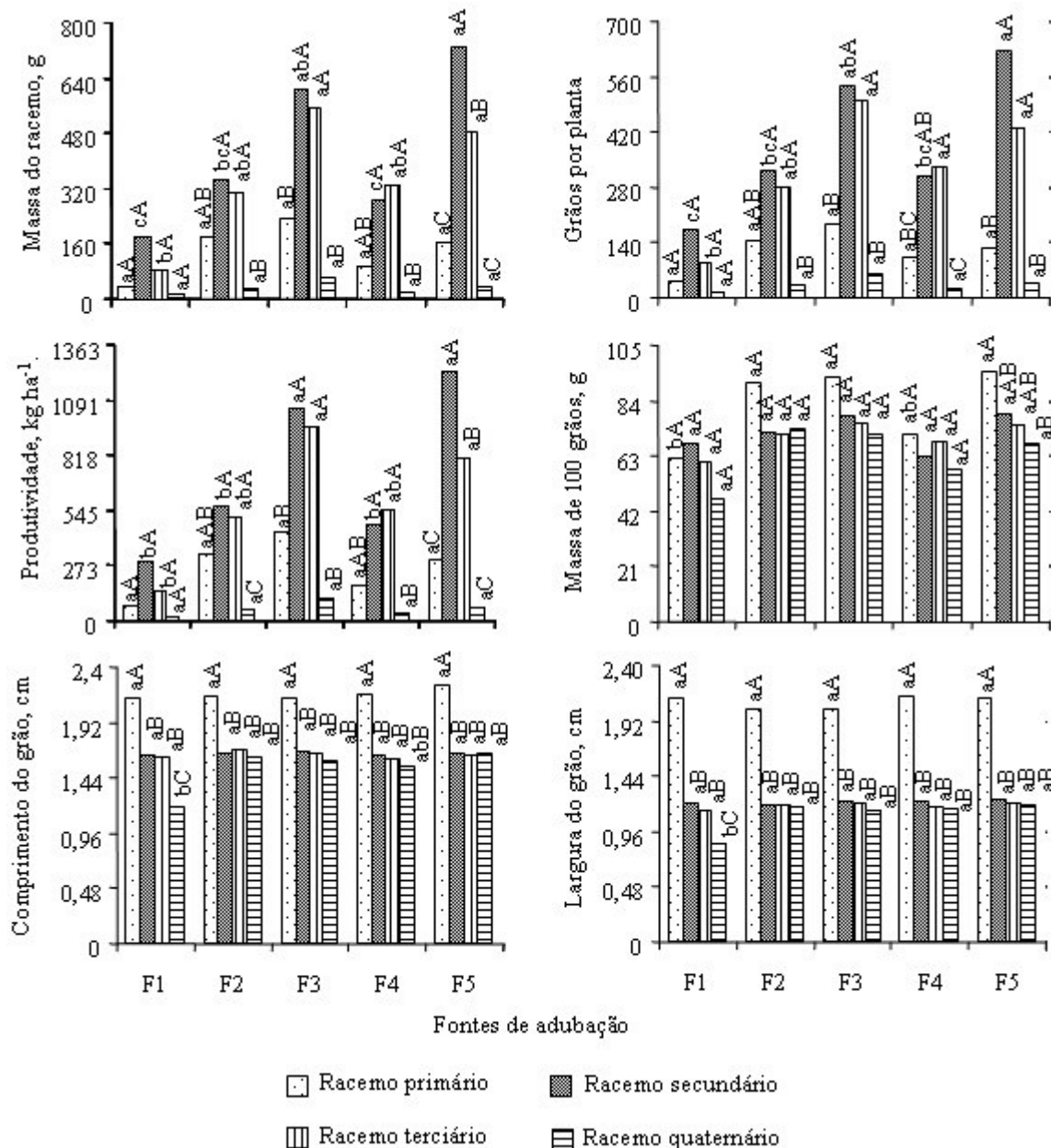


Figura 3. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas entre ordem de racemo e minúsculas entre fontes de adubação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a ($p < 0,05$) de probabilidade. F1 - testemunha absoluta; F2 - composto orgânico I; F3 - composto orgânico II; F4 - adubação mineral e F5 - adubação orgânica com esterco de curral.

O comportamento dos valores da largura dos grãos em função das fontes de adubação e ordem de racemos foi semelhante ao do comprimento dos grãos. No entanto, os valores da largura dos grãos

produzidos dos racemos primários foram maiores que 18,7 mm, observado na largura do fruto por Machado et al. (2009), e menores que 18,6 e 18,6 mm dos racemos secundários e terciários, respectivamente.

te, de acordo com os mesmos autores.

A contribuição exercida por cada ordem do racemo não influenciou a massa de 100 grãos (Figura 3), uma vez que, com exceção da fonte F5, não foi observada variações significativas desta variável entre as diferentes ordens do racemo, corroborando com Machado et al. (2009). Contudo, o mesmo comportamento não foram observados por Eicholz e Silva, (2011), Souza et al. (2007a) e Corrêa et al. (2006), cuja massa das sementes variou em função da ordem dos racemos. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa, verificou-se, em valores médios, que o racemo primário produziu sementes mais pesadas que as demais. Isto porque quando a planta-mãe se apresenta mais bem nutrida ela acumula maiores reservas para formar todas as sementes do primeiro racemo. Segundo Machado et al. (2009), o número de frutos e a produção de sementes são diretamente proporcionais e menores, de acordo com a formação dos racemos.

As mamoneiras adubadas com composto orgânico II (F3), esterco de curral (F5) e composto orgânico I (F2) conferiram as maiores produtividades de grãos (2.546,0, 2.395,0 e 1.468,0 kg ha⁻¹, respectivamente), corroborando com Souza et al. (2007b). As menores produtividades foram observadas na ausência de adubação (520,0 kg ha⁻¹) e com a fonte F4, adubação mineral (1.227,0 kg ha⁻¹). Com exceção da F1, as produtividades de grãos foram

maiores que 899,0 kg ha⁻¹, observado por Corrêa et al. (2006).

Os racemos secundários e terciários foram os que mais contribuíram para o acréscimo da produtividade de grãos, diferindo estatisticamente dos primários com a utilização das fontes F3 e F5 e dos quaternários com as fontes F2, F3, F4 e F5 (Figura 3), corroborando com Severino et al. (2010), que verificaram no tratamento controle (sem desfolha) produção média de 144,8, 117,5 e 85,8 nos racemos primários, secundários e terciários, respectivamente.

Interessante observar que as maiores produtividades (Figura 3) foram obtidas pelos mesmos tratamentos do número de racemos por planta, da massa dos racemos e do número de grãos por planta, corroborando com Koutroubas et al. (2000), que mostram que a produtividade da mamoneira está intimamente relacionada com a massa dos racemos e das sementes.

As maiores contribuições relativas dos racemos na produtividade da mamoneira, nos diferentes tratamentos, foram observadas nos racemos secundários e terciários, seguidas pelos racemos primários e terciários (Figura 4). A menor contribuição da quarta ordem na produtividade, causada por menores precipitações nesta época, corroborou com Souza et al. (2007b), que verificaram contribuição de apenas 9,61% em relação à produtividade total.

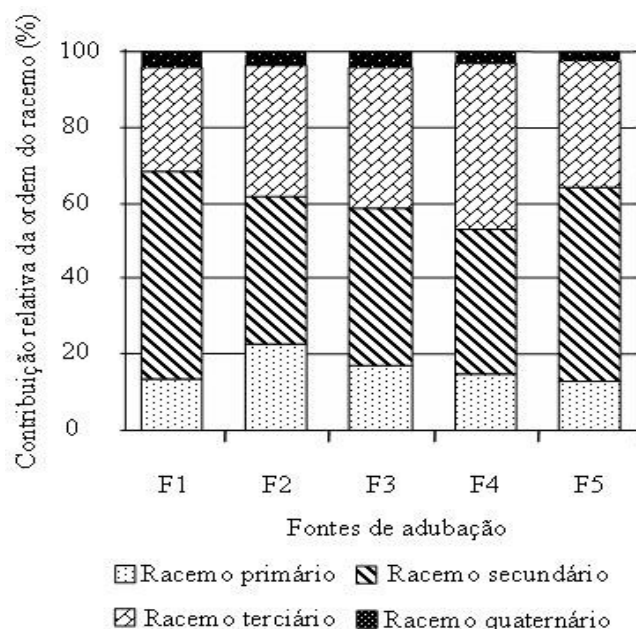


Figura 4. Contribuição relativa da ordem do racemo na produtividade total da mamoneira da cultivar BRS Nordestina.

A contribuição dos racemos primários na produtividade total foi inferior a dos racemos secundários e terciários, provavelmente em virtude da boa distribuição de precipitação na fase inicial da cultura, o que corrobora com Koutroubas et al. (2000), ao afirmarem que a contribuição do racemo primário na

produtividade total diminui com o aumento da disponibilidade de água para as plantas. Segundo os autores, a contribuição relativa da ordem do racemo depende das condições ambientais, que aliadas às características da cultivar e do regime de cultivo utili-

zado (sequeiro ou irrigado) provocam variações na contribuição da ordem na produtividade total.

Com exceção da fonte F4, em média, os racemos secundários foram os que mais contribuíram com a produtividade total, alcançando valores superiores a 50% na ausência de adubação (F1) e com o esterco bovino (F5), corroborando com Corrêa et al. (2006), que apresentaram uma contribuição dos racemos secundários na produção de 55,1%. Já Souza et al. (2007b) apenas observaram 47,74% na produtividade total.

Os racemos terciários contribuíram com 27,1 a 44,2% na produtividade total das culturas sem adubação (F1) e com adubação (F4), cujos valores médios são semelhantes ao obtido por Souza et al. (2007b), de 31,42%, e discordando de Corrêa et al. (2006), que encontraram 11,93% na produção. Já os racemos primários contribuíram com 12,6 a 22,4% na produtividade total com a aplicação do esterco bovino (F5) e do composto orgânico I (F2), respectivamente. Os referidos resultados foram inferiores aos obtidos por Vijaya Kumar et al. (1996), que foi de 59%, por Corrêa et al. (2006), 32,94%, e por Souza et al. (2007b), 31,41%.

É importante citar que a maior contribuição dos racemos secundários ocorreu não pela quantidade produzida, mas pelo maior comprimento efetivo dos mesmos, refletindo na maior produção de grãos. Isto porque, com exceção da testemunha (F1), a terceira ordem contribuiu com o maior número de racemos colhidos.

CONCLUSÕES

As variáveis analisadas foram influenciadas pelas fontes de adubação, em especial pelos compostos orgânicos. As primeiras inflorescências foram emitidas nas mamoneiras adubadas organicamente. A massa do racemo, o número de grãos por planta e a produtividade de grãos foram maiores nos racemos secundários e terciários. O comprimento e a largura dos grãos foram maiores nos racemos primários. Em relação ao tratamento testemunha, as fontes de adubação promoveram ganhos de produtividades na seguinte ordem: adubação mineral (706,0 kg ha⁻¹) < composto orgânico I (948,0 kg ha⁻¹) < esterco de curral (1.875,0 kg ha⁻¹) < composto orgânico II (2.025,0 kg ha⁻¹).

AGRADECIMENTOS

Ao BNB/FUNDECI pelo auxílio concedido para a execução do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANJANI, K. Extra-early maturing germplasm for

utilization in castor improvement. **Industrial Crops and Products**, v. 31, p. 139–144, 2010.

AZEVEDO, D. M. P.; GONDIM, T. M. S. **Cultivo da mamona: clima e solo**. Disponível em: < http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/climasolo.html >. Acesso em: 12 mar. 2010.

BALDWIN, B. S.; COSSAR, R. D. Castor yield in response to planting date at four locations in the south-central United States. **Industrial Crops and Products**, v. 29, n. 2-3, p. 16-319, 2009.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Estimativa da produtividade primária e partição de assimilados na cultura da mamona no Semi-Árido brasileiro. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 925-930, 2005.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**, Campina Grande, PB: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 36-61.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Divisão de agrologia (SUDENE). **Levantamento exploratório**. Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: 1971. 670 p. (Boletim Técnico, 15).

CHAVES, L. H. G. et al. Efeito de diferentes fontes de adubação na produção da mamona cultivar BRS Nordestina. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.

CORRÊA, M. L. P. et al. Componentes de produção e participação da ordem dos racemos no rendimento da mamoneira consorciada com feijão-caupi e amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3, 2008, Salvador. **Resumos...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. CD-ROM.

CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agromônica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006.

COSTA, F. X. et al. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 259-268, 2009.

CUNHA, E. Q. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 56-63, 2012.

- DAMODARAM, T.; HEGDE, D. M. **Oilseeds Situation: A Statistical Compendium**. Directorate of Oilseeds Research, India, Hyderabad, 2007. 434 p.
- DINIZ NETO, M. A. et al. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. II - Componentes das fases vegetativas e reprodutivas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 417-426, 2009.
- EICHOLZ, E. D.; SILVA, S. D. A. qualidade de sementes de mamona em função da época de semeadura e ordem de racemo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 261-271, 2011.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.
- FANAN, S. et al. Descrição de características agrônômicas e avaliação de épocas de colheita na produtividade da mamoneira cultivar IAC 2028. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 415-422, 2009.
- FERNANDES, J. D. et al. Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 358-368, 2009.
- FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258. CD-ROM.
- KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European Journal of Agronomy**, v. 11, p. 227-223, 1999.
- KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. **Industrial Crops and Products**, v. 184, p. 33-41, 2000.
- LIMA, R. L. S. et al. Crescimento inicial de mudas de mamoneira em substrato contendo lodo de esgoto e casca de amendoim. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 887-891, 2005.
- MACHADO, C. G. et al. Posição do racemo e do fruto na qualidade fisiológica de sementes de mamona durante o armazenamento. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 31, n. 2, p. 301-312, 2010.
- MACHADO, C. G. et al. Produção e características físicas de sementes de mamoneiras em função da posição do racemo e do fruto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 293-299, 2009.
- NASCIMENTO, M. B. H. et al. Uso de biossólido e de água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 10, n. 1/2, p. 1001-1007, 2006.
- SAVY FILHO, A. et al. **Descritores mínimos para o registro institucional de cultivares: Mamona**. Campinas: IAC, 1999. 7 p. (Documentos IAC, 61).
- SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 50-54, 2006.
- SEVERINO, L. S. et al. Sequential defoliations influencing the development and yield components of castor plants (*Ricinus communis* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 32, p. 400-404, 2010.
- SILVA, S. M. S. et al. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 335-342, 2008.
- SILVA, V. **Características fisiológicas de cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Recôncavo Baiano**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.
- SOUZA, A. S. et al. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I - componentes de produção. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 414-421, 2007a.
- SOUZA, A. S. et al. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II - crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 422-429, 2007b.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza, 1993. 248 p.
- VIJAYA KUMAR, P. et al. Radiation and water use efficiencies of rainfed castor beans (*Ricinus communis* L.) in relation to different weather parameters. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 81, p. 241-253, 1996.