



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.4, n.1, p.31–42, 2010
 ISSN 1982-7679 (On-line)
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>
 Protocolo 024.09 – 11/09/2009 Aprovado em 01/03/2010

INFLUÊNCIA DA FERTIRRIGAÇÃO DA NITROGENADA NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA MAMONEIRA

ALBANISE BARBOSA MARINHO¹; LEVI GONÇALVES MOREIRA²; THALES VINÍCIUS DE ARAÚJO
 VIANA³; ANDRÉ HENRIQUE P. ALBUQUERQUE⁴; CARLOS WAGNER OLIVEIRA⁵; BENITO
 MOREIRA DE AZEVEDO⁶

¹Dr. Produção Vegetal, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Bloco 804, Campus do Pici, 60.455-760 Fortaleza-CE.e-mail albanisebm@gmail.com

² Ms. Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Bloco 804, Campus do Pici, 60.455-760 Fortaleza-CE.e-mail levigm@hotmail.com

³ Dr. Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Bloco 804, Campus do Pici, 60.455-760 Fortaleza-CE.e-mail thales@ufc.br

⁴ Mestrando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Bloco 804, Campus do Pici, 60.455-760 Fortaleza-CE.e-mail andrehenrique84@yahoo.com.br

⁵ Dr. Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal do Ceará, Campus Juazeiro do Norte. e-mail prof.carloswagner@gmail.com

⁶ Dr. Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Bloco 804, Campus do Pici, 60.455-760 Fortaleza-CE.e-mail benitoazevedo@hotmail.com

RESUMO: Dentre as oleaginosas utilizadas no Programa Brasileiro de Biodiesel (Pro-Biodiesel), a mamoneira destaca-se devido a alta adaptabilidade às condições adversas do clima e à multiplicidade de aplicações industriais do seu óleo. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, aplicadas via fertirrigação, na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar IAC-Guarani. O experimento foi implantado em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza (03°44'S, 38°33'W, 19,5 m). A semeadura foi feita em covas, a uma profundidade de 3 a 5cm, no espaçamento de 1,0 x 1,0 m. A adubação de fundação foi composta de micronutrientes (15 g de FTE BR-12) e de fósforo, na forma de MAP (1.740g). Os macronutrientes nitrogênio e potássio foram aplicados via fertirrigação, semanalmente. Durante o ciclo da cultura, as plantas foram irrigadas diariamente por sistema de irrigação de gotejamento, onde as lâminas foram quantificadas a partir de 75% da evaporação medida no tanque classe "A" (ECA). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos: 0, 50, 100, 150, e 200% do nitrogênio recomendado na análise de solo e quatro repetições. A aplicação das

diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação, influenciaram os fatores produtivos peso de 100 sementes dos racemos de 2^a e 3^a ordens e as produtividades do racemo de 3^a ordem e produtividade total da mamoneira. A dose de nitrogênio estimada de 131% da recomendada pela análise de solo foi a que proporcionou a maior produtividade total.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., produtividade, adubação nitrogenada

USE OF NITROGEN FERTIGATION IN THE CASTOR BEAN CROP YIELD

ABSTRACT: Among the oil used in the Brazilian Biodiesel Program (Pro-Biodiesel), the castor bean stands out due to high adaptability to adverse weather conditions and the multitude of industrial applications of its oil. The objective of the present work was to evaluate the effects of increasing doses of nitrogen, applied by fertigation, in the castor oil plant (*Ricinus communis* L.) cultivar IAC-Guarani. The experiment was implemented in an investigation site within the Federal University of Ceará, in the city of Fortaleza (03°44'S, 38°33'W, 19,5 m). The sowing was made in holes with a depth from 3 to 5cm, in the spacing of 1,0 m x 1,0 m. The foundation manuring was composed of micronutrients (15 g of FTE BR-12) and phosphorus, in the form of MAP (1.740g). The macronutrients nitrogen and potassium were applied by fertigation on a weekly basis. During the cycle of the culture, the plants were irrigated daily using a drip irrigation system, where the water depths were quantified starting from 75% of the (ECA) evaporation measured in the class "A" pan. The experimental delineation was in blocks at random with five treatments: 0, 50, 100, 150, and 200% of the nitrogen recommended in the soil analysis, with four repetitions. The application of different doses of nitrogen through fertigation, influenced the following productive factors: weight of 100 seeds of the racemes of 2nd and 3rd orders, the productivity of the racemes of 3rd order and total productivity of the plant. The estimated dose of nitrogen of 131% of the recommended by the soil analysis, was the one that provided the highest total productivity.

Key-words: *Ricinus communis* L., biodiesel, irrigated agriculture.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é um arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial. É uma planta de morfologia e fisiologia complexas, de crescimento dicotômico, polimórfica, e de metabolismo fotossintético C3, ineficiente, com elevada taxa de fotorrespiração, heliófila e que apresenta 12 estádios de desenvolvimento (MOSHKIN, 1986a; BELTRÃO *et al.*, 2001). É um fitossistema de elevado nível de organização morfológico, com forte e penetrante sistema radicular, podendo atingir profundidades superiores a três metros (POPOVA e MOSHKIN, 1986a).

A grande importância da produção de mamona em larga escala é justificada pelo fato de que há um crescente interesse em estudos tendo por objetivo o desenvolvimento de tecnologias que possam utilizar fontes renováveis de energia, principalmente por aquelas que colaborem com a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂), em virtude do Tratado de Quioto, que impõe às maiores potências poluidoras do mundo adquirir créditos “verdes” de países como o Brasil. Tais créditos são incentivos ao desenvolvimento de programas ambientais e tecnológicos, gerando assim espaço a ser explorado pelos produtores de mamona, sendo o óleo obtido da extração, fonte para

produção do biodiesel (AMARAL *et al.*, 2004).

O uso do óleo da mamona como matéria-prima na produção de biodiesel exigirá demanda por melhores tecnologias de produção desta cultura no Nordeste (irrigação, adubação, colheita etc.), de modo a possibilitar a utilização de todo o seu potencial, pois em áreas cultivadas no semi-árido, as produtividades médias encontradas são inferiores aos 1.000 kg ha⁻¹ de bagas. O semi-árido do Nordeste tem mais de 15 milhões de hectares aptos para o cultivo da mamoneira o que traria inúmeras vantagens, dada à possibilidade de se usar o biodiesel, puro ou misturado com diesel do petróleo, com geração de milhões de empregos e matéria-prima para a indústria, melhor distribuição de renda regional e redução da poluição atmosférica (BELTRÃO *et al.*, 2002). Em 2007, o Brasil produziu 98.490 t de bagas de mamona, desse total, a região Nordeste foi responsável por 85%, sendo o estado da Bahia o maior produtor, com um rendimento médio de 623 kg ha⁻¹ (IBGE, 2007).

Um dos principais fatores limitantes da produção agrícola na região Nordeste, especificamente no semi-árido, são a escassez e a irregularidade pluviométrica (LIMA *et al.*, 1999). Assim, a utilização de práticas de irrigação é indispensável à sustentabilidade do setor primário, pois reduz os riscos do investimento agrícola, garantindo assim boas produtividades, sem que haja dependência das condições climáticas (BERNARDO, 1992), possibilitando à planta manter um contínuo fluxo de água e de nutrientes do solo para as folhas, o que favorecerá os processos de crescimento, floração e frutificação da planta e, conseqüentemente, aumentará a produtividade e a qualidade do fruto (COELHO *et al.*, 2003).

Assim como a irrigação, a adubação também é uma das principais

tecnologias usadas para incrementar a produtividade e a rentabilidade de uma lavoura, embora apresente um custo significativo e possa aumentar o risco do investimento feito na lavoura. O uso de fertilizantes com a finalidade de corrigir deficiências, bem como manter o balanceamento de nutrientes presentes no solo deve ser ditado não apenas pela disponibilidade de elementos no solo e exigências da cultura, mas também pelo nível tecnológico empregado e a rentabilidade da atividade (TÁVORA, 1982).

Dentre os elementos que influenciam o desenvolvimento das plantas, o nitrogênio é de vital importância, este faz parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila dentre outras moléculas. Sua deficiência geralmente reduz o crescimento da planta, tornando-a amarelada pela perda da clorofila e provocando amadurecimento precoce, diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos (SANTOS *et al.*, 2004; MARSCHNER, 1995). Juntamente com o potássio, o nitrogênio promove mudanças na expressão sexual da mamoneira, estando ligado diretamente à proporção entre comprimento das partes feminina e masculina do cacho, favorecendo o aumento de produtividade.

A mamoneira é sensível à acidez do solo e exigente em fertilidade, sendo possível aumentar sua produtividade pelo adequado fornecimento de nutrientes por meio da adubação (WEISS, 1983). Essa planta exporta da área de cultivo cerca de 80 kg ha⁻¹ de N, 18 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 32 kg ha⁻¹ de K₂O, 13 kg ha⁻¹ de CaO e 10 kg ha⁻¹ de MgO para cada 2.000 kg ha⁻¹ de бага produzida, no entanto, a quantidade de nutriente absorvida aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente (CANECCHIO FILHO e FREIRE, 1958 *apud* SEVERINO *et al.*

2005). Nota-se, portanto que a cultura tem elevado requerimento nutricional para obter uma produtividade adequada.

Silva *et al.* (2007) estimaram uma produtividade máxima da mamona em Campo Grande-MS de 1.811kg ha⁻¹ para uma dose máxima de 80kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Severino *et al.* (2006) também verificaram aumento de produtividade na mamona quando aplicaram adubação nitrogenada.

Em virtude da atual importância da ricinocultura e da futura expansão de sua demanda e tendo em vista a melhoria do seu sistema produtivo, o experimento teve como objetivo avaliar os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, aplicadas via fertirrigação, na cultura da mamoneira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE (03°44' S; 38°33 W; 19,5 m de altitude), no período de maio a dezembro de 2006.

De acordo com Köppen o clima da região é classificado como Aw', ou seja, tropical chuvoso, muito quente, com predomínio de chuvas nas estações do verão e do outono, com médias anuais registradas entre o período de 1971 a 2000 de: precipitação, 1.523 mm; temperatura, 26,9 °C; umidade relativa do ar, 69%; e evapotranspiração 1.747mm. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006), de textura franco-argilo-arenosa. A Tabela 1 apresenta as características químicas do solo da área experimental nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm.

Tabela 1 - Composição química nas profundidades de 0 – 20 e de 20 – 40 cm do solo da área experimental da Estação Climatológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006.

Prof. (cm)	PH	Complexo sortivo (mmol _c dm ⁻³)							V (%)	Mmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ₊	K ⁺	S	H ⁺ +Al ³⁺	T		Al ³⁺	P	M. O
0-20	6,5	17,0	7,0	1,0	1,0	26,0	6,6	33	79	0,0	20	6,7
20-40	5,5	12,0	8,0	1,0	0,7	22,0	9,9	32	69	1,5	13	6,3

O experimento teve início com o preparo do solo, constando de uma aração e de duas gradagens cruzadas. Um mês antes da semeadura foram abertas as covas no espaçamento 1 x 1 m, fazendo-se a correção do pH do solo com a aplicação de 50 g de calcário dolomítico por cova a uma profundidade de 10 cm.

O plantio foi realizado no dia 27 de maio de 2006, semeando-se três sementes de mamoneira da variedade IAC-Guarani por cova, a uma profundidade de 3 a 5 cm. Aos 11 dias após a semeadura, observou-se uma germinação de 90% das sementes, sendo esta data caracterizada como o 1º dia após a germinação (DAG). No 3º DAG,

fez-se o replantio e aos 15 DAG, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova. Durante o ciclo da cultura fizeram-se, sempre que necessários, os controles fitossanitários e de plantas daninhas.

No dia da semeadura, fez-se a adubação de fundação com micronutrientes (15 g de FTE BR-12) e fósforo, na forma de MAP. A adubação com nitrogênio e potássio foi realizada semanalmente, via fertirrigação, de acordo a fase da cultura e a partir da recomendação de adubação de solo, sendo aplicado 65-70-30 kg ha⁻¹, para N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. O nitrogênio foi suprido na forma de uréia e

MAP, o fósforo pelo MAP, todo na fundação, e o K₂O pelo cloreto de potássio branco.

O experimento foi instalado no delineamento experimental em blocos ao acaso, sendo composto por cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos por doses de nitrogênio equivalentes a 0, 50, 100, 150 e 200% da recomendação da análise de solo para o nutriente nitrogênio. Cada parcela foi composta de seis plantas, sendo quatro consideradas úteis e as duas localizadas nas extremidades, de bordadura, com área de 6 m² (6,0 m x 1,0 m). A área total por experimento foi de 120 m², com área útil

de 80 m². As adubações nitrogenadas foram aplicadas de acordo com o ciclo de desenvolvimento da cultura, ou seja, estabelecendo-se os períodos de maior e menor exigência de nitrogênio pela cultura conforme apresentado abaixo (Tabela 2).

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento com gotejador autocompensante, espaçados em 1,0 m, vazão de 3,8 L h⁻¹, com pressão de serviço de 1,0 kgf cm⁻². A irrigação foi diária, estabelecendo-se uma lâmina aplicada de 75% da evaporação medida no tanque Classe "A" (ECA).

A colheita foi realizada em três etapas, isto é, à medida que os racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens amadureceram e secaram.

Tabela 2 - Quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio aplicadas, em g planta⁻¹, ao longo do ciclo da cultura da mamoneira IAC-Guarani, Fortaleza-CE, 2006.

Nutrientes	Semanas				Total	
	1 ^a a 4 ^a	5 ^a A 9 ^a	10 ^a A 17 ^a	18 ^a A 23 ^a		
0%	0	0	0	0	0	
N	50%	0,41	0,81	1,83	0,20	3,25
	100%	0,81	1,63	3,66	0,41	6,50
	150%	1,22	2,44	5,49	0,61	9,75
	200%	1,61	3,26	7,32	0,81	13,00
P ₂ O ₅	7,00				7,00	
K ₂ O	0,38	0,75	1,69	0,19	3,00	

Foram avaliados os seguintes fatores vegetativos e produtivos da cultura: peso de 100 sementes, produtividade do racemo (1^a, 2^a e 3^a ordens) e produtividade total. Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente quando significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, foram feitas análises de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Para a realização destas análises, utilizou-se o software "SAEG 9.0 – UFV".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de nitrogênio referentes a 0, 50, 100, 150 e 200% da

recomendação da análise de solo foram de 0; 32,5; 65; 97,5 e 130 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, aplicados.

A análise de variância mostrou que apenas as variáveis peso de 100 sementes dos racemos de 2^a (P100SR2^a) e 3^a (P100SR3^a) ordens tiveram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, quanto às doses de adubação nitrogenada aplicadas (Tabela 3). As variáveis vegetativas como altura até o primeiro racemo, diâmetro a cinco centímetros do solo, número de nós até o 1^o racemo, tamanho do 1^o racemo e número de frutos por racemo não sofreram influência das diferentes doses de nitrogênio aplicadas.

É provável que a não diferenciação dos tratamentos nos fatores de 1ª ordem tenha acontecido devido ao manejo da adubação utilizado até os 45 DAG, no qual todas as plantas receberam fertirrigações semanais iguais para os macronutrientes (N, P e K). A prática de

adubação padrão até os 45 DAG com o objetivo de uniformizar a cultura é comum, e também foi utilizada em experimentos realizados por Santos (2006), na cultura do mamoeiro e por Sousa (2006), na cultura do melão.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para o peso de 100 sementes dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens, em função das diferentes doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação.

F V	GL.	Q M		
		P100 (R1 ^a)	P100 (R2 ^a)	P100 (R3 ^a)
Tratamento	4	3,079 ^{ns}	0,459 [*]	0,519 [*]
Bloco	3	2,893 ^{ns}	0,0000238 ^{ns}	0,0000984 ^{ns}
Resíduo	12	4,079	0,000195	0,000126
Média (g)		41,39	39,66	37,90
CV (%)		4,88	4,35	5,30

P100SR1^a - peso de 100 sementes dos racemos de 1ª ordem / P100SR2^a - peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem / P100SR3^a - peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem / (*) = significativo ao nível de 5% de probabilidade / (ns) = não significativo.

Os valores médios do peso de 100 sementes dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens foram de 41,38, 39,66 e 37,91 g, respectivamente, em função de diferentes doses de nitrogênio aplicadas por fertirrigação, observando-se uma tendência de diminuição do peso em função das ordens dos racemos. Já Lins *et al.* (1976)

verificaram que o peso de 100 sementes aumentou em função das ordens dos racemos, observando que existe uma correlação positiva entre peso e teor de óleo das sementes de mamona. Severino *et al.* (2006) também verificaram que o teor de óleo e peso das sementes estão correlacionados (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias do peso de 100 sementes obtidas para as doses crescentes de adubação nitrogenada aplicadas via fertirrigação na mamoneira, variedade IAC-Guarani.

TRATAMENTO		P100SR1 ^a	P100SR2 ^a	P100SR3 ^a
(%)	(kg ha ⁻¹ de N)	(g)	(g)	(g)
0	0,0	40,47	39,19	37,67
50	32,5	41,36	39,58	38,25
100	65,0	42,06	39,82	38,14
150	97,5	42,46	40,12	38,08
200	130,0	40,59	39,60	37,39
Média		41,38	39,66	37,91

P100SR1^a - peso de 100 sementes dos racemos de 1ª ordem / P100SR2^a - peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem / P100SR3^a - peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem.

A partir da análise de regressão verificou-se que o peso de 100 sementes dos racemos de 2ª e 3ª ordens em função das doses de nitrogênio se ajustaram a um

modelo polinomial quadrático com R² de 0,873 e 0,942, respectivamente. Através do modelo estimou-se as doses máximas de nitrogênio que proporcionaram maior peso

de 100 sementes dos racemos de 2ª e 3ª ordens, obtendo-se valores de 97,5 e 48,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio, os quais

corresponderam aos pesos de 40,1 e 38,2 g para as respectivas doses (Figuras 1 e 2).

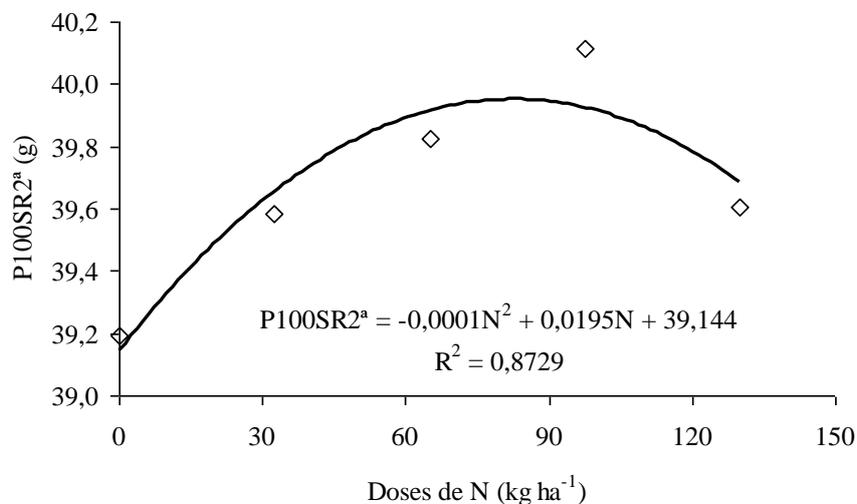


Figura 1- Peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem (P100SR2ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.

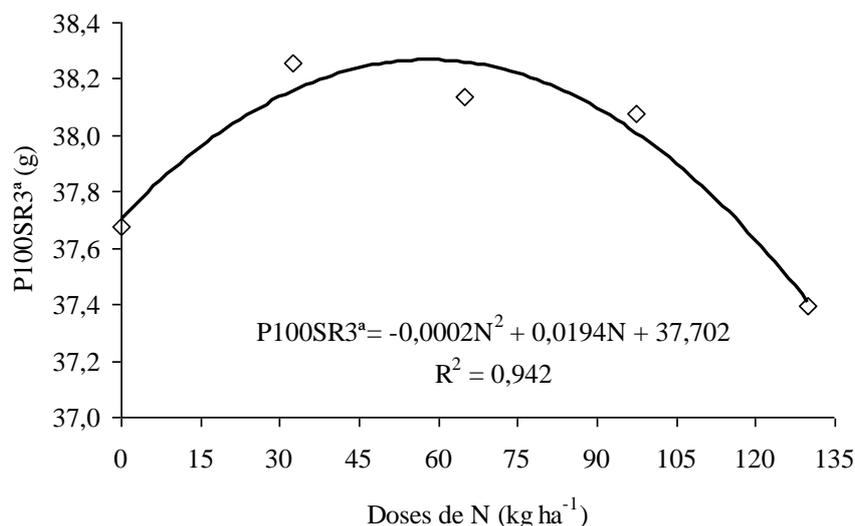


Figura 2- Peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem (P100SR3ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.

A análise de variância mostrou que apenas as produtividades do racemo de 3ª ordem e a produtividade total foram influenciadas pelas doses de nitrogênio ao

nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para a produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens e produtividade total, da mamoneira var. IAC-Guarani em função das diferentes doses de nitrogênio.

F V	GL.	Q M			
		PR1 ^a	PR2 ^a	PR3 ^a	P Total
Tratamento	4	49193,37 ^{ns}	3863557,0 ^{ns}	172219,1*	443880,2*
Bloco	3	12795,83 ^{ns}	4151646,0 ^{ns}	0,5105663 ^{ns}	0,56130 ^{ns}
Resíduo	12	23696,76	4146415,0	1,810	1,111
Média (kg)		1174,62	1085,85	1098,54	3359,01
CV (%)		13,10	13,22	12,03	13,10

PR1^a - produtividade dos racemos de 1ª ordem/PR2^a - produtividade dos racemos de 2ª ordem/PR3^a - produtividade dos racemos de 3ª ordem/PTOTAL - produtividade total (PR1^a + PR2^a + PR3^a) (*) = significativo ao nível de 5% de probabilidade / (ns) = não significativo.

Os valores médios encontrados para a produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens foram de 1.174,62, 1.085,85 e 1.098,55 kg ha⁻¹, respectivamente. A produtividade média total foi de 3.359 kg ha⁻¹, variando de 2.824,23 a 3.738,66 kg

ha⁻¹ para as doses de 0,0 e 97,5 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Tabela 6), verificando-se que a adubação nitrogenada na mamoneira, favoreceu um incremento de produtividade de 914,43 kg ha⁻¹.

Tabela 6 - Médias da produtividade por racemo e produtividade total obtidas para as doses crescentes de adubação nitrogenada aplicadas via fertirrigação na mamoneira, var. IAC-Guarani.

TRATAMENTO	PR1 ^a	PR2 ^a	PR3 ^a	PTOTAL	
(%)	(kg ha ⁻¹ de N)	(kg ha ⁻¹)			
0	0,0	1001,63	1010,66	811,90	2824,23
50	32,5	1166,42	1199,87	1013,95	3379,31
100	65,0	1293,16	1112,54	1066,89	3472,55
150	97,5	1245,86	1183,24	1309,63	3738,66
200	130,0	1166,02	922,97	1291,34	3380,29
Média		1174,6	1085,8	1098,55	3359,0

PR1^a - produtividade dos racemos de 1ª ordem / PR2^a - produtividade dos racemos de 2ª ordem / PR3^a - produtividade dos racemos de 3ª ordem / PTOTAL - produtividade total.

A partir da análise de regressão verificou-se também que a produtividade do racemo de 3ª ordem e a produtividade total em função das doses de nitrogênio se ajustaram a um modelo polinomial quadrático com R² de 0,941 e 0,928, respectivamente. Através deste modelo estimou-se a dose máxima de nitrogênio que proporcionou maior produtividade do

racemo de 3ª ordem e produtividade total, obtendo-se as doses máximas de 130 e 85,2 kg ha⁻¹ de N, estas doses correspondem a 200 e 131% da adubação recomendada a partir da análise de solo, proporcionando produtividades de 1.313,90 e 3.640,90 kg ha⁻¹, respectivamente (Figuras 3 e 4).

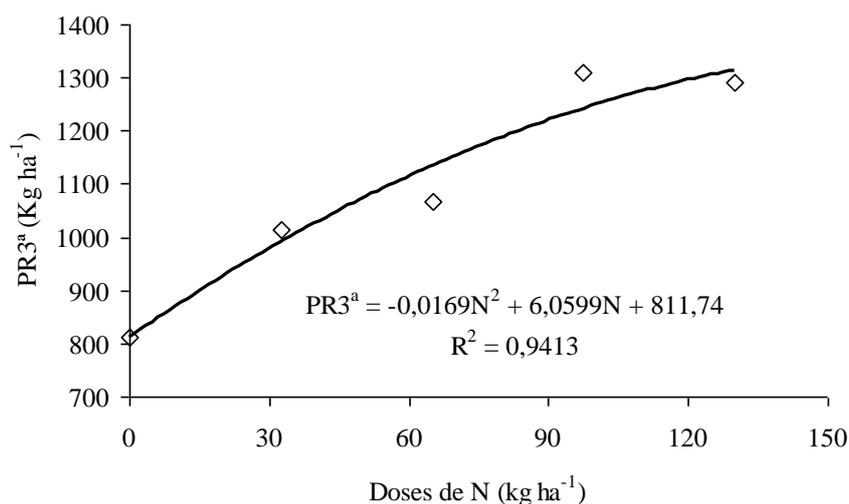


Figura 3- Produtividade dos racemos de 3ª ordem (PR3ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.

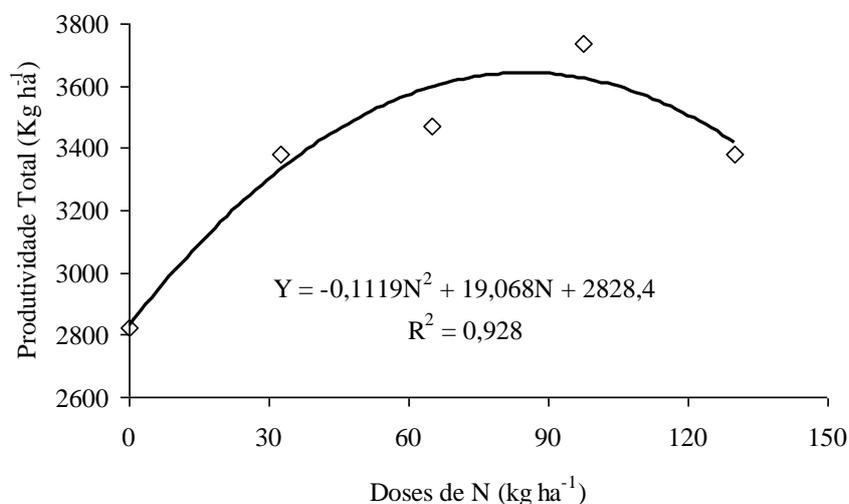


Figura 4- Produtividade total em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.

Menores valores do peso de 100 sementes e produtividade nas doses mais baixas de nitrogênio ocorrem porque sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do seu tamanho e conseqüentemente redução da produção econômica das sementes (MENGEL e KIRKBY, 1982). Entretanto, se as doses forem excessivas poderá

ocorrer crescimento excessivo, elevação da produção de biomassa e queda da produtividade.

Silva *et al.* (2007) estimou uma produtividade máxima da mamona em Campo Grande, MS, de 1.811 kg ha⁻¹ para uma dose máxima de 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Já Ferreira *et al.* (2006) verificaram que a dose de nitrogênio que favoreceu o alcance do máximo de

produtividade foi estimada em 72,6 kg ha⁻¹, com uma produtividade máxima estimada de 732,5 kg de frutos ha⁻¹. Essa produtividade é baixa para o potencial da cultura, porém foi obtida sob condições de sequeiro.

Severino *et al.* (2006), trabalhando com mamoneira em Quixeramobim – CE, verificaram que o aumento da disponibilidade de N e K favoreceu o aumento de produtividade, que foi significativamente influenciada pela adubação, aumentando de forma quadrática de 1.072 para 2.298 kg ha⁻¹, especialmente com o fornecimento de adubo nitrogenado. Os autores observaram ainda que o nitrogênio influencia a expressão sexual das partes feminina e masculina da planta e ainda no comprimento do cacho; conseqüentemente, a produtividade está diretamente ligada à proporção entre comprimento das partes feminina e masculina do cacho, sendo que essas características são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes no solo.

Porém deve-se ressaltar que as plantas necessitam de uma adubação com macro-nutrientes de forma balanceada para que ela alcance o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo por igual. Severino *et al.* (2006) em experimento onde se utilizou apenas dois macronutrientes verificaram que quando se forneceu fertilização orgânica complementada apenas com P e K, não houve aumento de produtividade, mas quando se incluiu N na adubação mineral, o aumento de produtividade foi significativo, contribuindo para um incremento de 184,4 kg ha⁻¹.

Os resultados obtidos legitimam a posição de Fresco (2003) e Malavolta (2006), ao afirmarem que uma adubação devidamente quantificada acarreta um aumento na produtividade das culturas, favorecendo os processos de crescimento, floração e frutificação.

Por outro lado, as elevadas produtividades obtidas comprovam a eficiência do uso da técnica da fertirrigação com a cultura da mamoneira, confirmando as afirmativas de Papadopoulos (2001) e Borges (2004).

CONCLUSÕES

A aplicação de diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação, influenciaram os fatores produtivos como: peso de 100 sementes dos racemos de 2ª e 3ª ordens e as produtividades do racemo de 3ª ordem e total da mamoneira da cultivar IAC-Guarani.

A dose de nitrogênio aplicada via fertirrigação de 131% (85,15kg ha⁻¹) foi a que proporcionou a maior produtividade total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J. A. B. do; SILVA M. T.; BELTRÃO, N. E. de M.; MEDEIROS, A. M. T. de; GUIMARÃES, C. L. **Zoneamento de Risco Climático para a Mamona no Estado do Ceará. Safra 2004/2005.** 2004. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2004/COMTEC223.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2007.
- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 2, p. 37-61.
- BELTRÃO, N. E. de M. **Sistema de Produção de Mamona em Condições Irrigadas: Considerações Gerais.** Campina Grande-PB: Embrapa Algodão, Documentos, 132, p. 14, 2004.
- BERNARDO, S. Desenvolvimento e perspectiva da irrigação no Brasil.

- Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 1, n. 14, p. 1-14, 1992.
- BORGES, A. L. **Recomendação de adubação para o maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 107).
- COELHO, E. F.; SILVA, J. G. F. da; ALVES, A. A. C.; CRUZ, J. L. **Irrigação do mamoeiro**. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura, jul. 2003. 8p. (Embrapa-CNPMPF. Série Circular Técnica, 54).
- FERREIRA, G. B.; VASCONCELOS O. L.; PEDROSA, M. B.; ALENCAR, A. R.; FERREIRA, A. F.; FERNANDES, A. L. P. Resposta da mamoneira híbrida savana a doses de nitrogênio e fósforo, em cambissolo do sudoeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.
- FRESCO, L. O. **Los fertilizantes y el futuro**. 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0306sp1.htm>> Acesso em: 16 jun. 2003.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal: Cereais, Leguminosas e Oleaginosas 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/bda/acervo/acerv o2.asp>>. Acesso em 25 jan. 2010.
- LIMA, G. P. B.; AGUIAR, J. V. de; COSTA, R. N. T.; PAZ, V. P. S. Rendimento de cultivares do caupi (*Vigna unguiculata* L Walp) submetidas a diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.4, n.3, p.205-212, 1999.
- LINS, E. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F.; Efeito da ordem do racemo nas características de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) **Ciência Rua. Bras. Agric. Irrigada v.3, n.1, p.3-12 2009**
- Agronômica**. Fortaleza: v.6 (1-2), p.91-98, 1976
- MALAVOLTA E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3 ed. Bern: International Potash Institute, 1982. p.295-318.
- MOSHKIN, V.A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. (ed.). **Castor**. NewDelhi: Amerind. 1986a. p. 54- 64.
- NOBRE, J. G. A. **Respostas da mamona à irrigação e à aplicação de potássio em Argissolo Vermelho-Amarelo**. 2007, 71 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.
- PAPADOPOULOS, I. **Processo de transição da fertilização tradicional para a fertirrigação**. In: FOLEGATTI, M. V.(Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. V. 2, cap. 1, p. 9-69.
- POPOVA, G.M.; MOSHKIN, V.A. Botanical classification. In: MOSHKIN, V.A. (ed.). **Castor**. NewDelhi: Amerind, 1986. p. 11-27.
- SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis*): descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD.
- SANTOS, F. S. S. dos. **Diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato**

de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão formosa. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ce.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. **Adubação Química da Mamoneira com Macro e Micronutrientes em Quixeramobim, Ce.** 1.ed. Campina Grande: EMBRAPA, 2005. 6p. (EMBRAPA - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61).

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, v.41, p.563-568, 2006.

SILVA, T. R. B. da; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B. da; VIANA, L. H. **Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamoneira em plantio direto.** Notas Científicas. Disponível em: <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/pab2007/09/42n09a18.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2007.

SOUSA, A. E. C. **Níveis de água e adubação potássica no meloeiro.** Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ce. 2006. 62p.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamoneira.** Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

WEISS, E. A. **Oil seed crops.** London: Longman, 1983. 660p.