



## ANÁLISE DE COMPONENTES DA PRODUÇÃO DA MAMONEIRA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NPK NO CERRADO GOIANO

Samuel de Deus da Silva<sup>1</sup>; Ohana Daroszewski Rodrigues<sup>2</sup>; Wilson Mozena Leandro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professor Doutor do Instituto Federal do Tocantins - Campus Dianópolis, Dianópolis-TO (agrosamuel@gmail.com)

<sup>2</sup> Pós-graduanda em Agronomia da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO

<sup>3</sup> Professor Doutor da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, Goiânia-GO.

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

### RESUMO

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma espécie oleaginosa que vem sendo domesticada e estudada em diversos locais do Brasil e do mundo. A justificativa para isso, é que se trata de uma planta que é matéria-prima para produção de biodiesel, além de servir para diversos usos industriais. Portanto, a mamoneira pode ser uma alternativa para geração de energia a partir de fontes renováveis, assim também como outras espécies oleaginosas como pinhão manso, crambe, dendê, entre outras. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da mamona à adubação mineral com NPK em Goiânia, GO. O estudo foi conduzido em arranjo fatorial (3x4), sendo testados três nutrientes (NPK) e quatro doses (0, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. A cultivar plantada foi Al Guarany 2002 sendo mensuradas as variáveis: número de cachos, número de frutos, produtividade e peso médio de sementes. Verificou-se aumento no número de cachos por planta na adubação com N e K. Além disso, a produtividade teve incremento com aumento nos níveis de P e K no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ricinus communis* L., biodiesel, energia, macronutrientes.

### ANALYSIS OF COMPONENTS OF PRODUCTION OF CASTOR BEAN IN FUNCTION OF NPK FERTILIZATION IN CERRADO GOIANO

### ABSTRACT

The castor bean (*Ricinus communis* L.) is an oilseed specie that has been studied and domesticated in several locations of Brazil and the world. The justification for this is that it is a plant used as raw material for biodiesel production besides serving for several industrial uses. Therefore, the castor bean can be an alternative for power generation from renewable sources, as well as other oilseeds species like *Jatropha curcas*, crambe, oil palm, among others. In this context, the objective of this work was

to evaluate the response of castor bean mineral fertilizer NPK fertilization in Goiania, GO. The study was conducted in a factorial arrangement (3x4), being tested three nutrients (NPK) and four doses (0, 40, 80 and 160 kg ha<sup>-1</sup>). The experimental design was a randomized block design with four replications. The cultivar planted was Al Guarany 2002 and the variables measured: number of clusters, number of fruits, productivity and seed weight. Was verified an increase of the number of clusters per plant with N and K fertilization. Also, productivity was increased with increased levels of P and K in the soil.

**KEYWORDS:** *Ricinus communis* L., biodiesel, energy, macronutrients.

## INTRODUÇÃO

A matriz energética do biodiesel, que visa fundamentalmente reduzir a emissão de poluentes derivados de combustíveis fósseis e atender, assim, às exigências do Protocolo de Kyoto incentivou estudos com plantas potenciais acumuladoras de óleo (PACHECO et al., 2008). Entre estas destaca-se a mamona que é uma oleaginosa com bastante representatividade no cenário econômico e social. O seu óleo possui inúmeras aplicações na área industrial, com perspectiva de utilização como fonte energética na produção de biocombustível (SEVERINO et al., 2005). Em cultivares comerciais constitui em média 48% de óleo nas sementes (MELHORANÇA & STAUT, 2005).

Em relação às exigências nutricionais, segundo SEVERINO et al. (2006) a mamona é uma planta que necessita ser cultivada em solos férteis para que atinja boa produtividade, mas o conhecimento científico sobre o uso de fertilizantes em solos com essa cultura é incipiente e carece de aperfeiçoamento e adaptação a diferentes regiões. Em um hectare aproximadamente 80 kg de N são exportados, em lavouras com produtividade de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> (CANECCCHIO FILHO & FREIRE, 1958). Para produzir 1.700 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, estima-se que ela extraia do solo o equivalente a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, 20 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 16 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, sem contar as quantidades absorvidas para compor outras estruturas como raízes, caules, cascas e folhas (WEISS, 1983). A planta exporta da área de cultivo cerca de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, 18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 32 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 13 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 10 kg ha<sup>-1</sup> de MgO para cada 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de baga produzida. No entanto, a quantidade de nutriente absorvida pela planta inteira aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO e MgO, respectivamente, considerando todas as partes da planta (CANECCCHIO FILHO & FREIRE, 1958; NAKAGAWA & NEPTUNE, 1971).

SEVERINO et al. (2006), testando doses de referência iguais a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K associadas com micronutrientes, concluíram que a adubação promoveu aumento em produtividade da cultivar BRS Nordestina, destacando a adubação nitrogenada. Estes autores afirmam que o crescimento vegetativo excessivo, além de dificultar a colheita, diminui a produtividade, pois o gasto de energia para formação de folhas e caules compete com a produção de grãos.

SILVA et al. (2007), testando doses iguais a 0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no híbrido Sara, verificaram resposta significativa em relação ao número de frutos, altura das plantas e produtividade da mamoneira. Estes autores também destacam o ponto de máxima na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N em relação à produtividade.

Em relação à aplicação de fósforo, SEVERINO et al. (2006) observaram efeito linear do teor de óleo nas sementes de mamoneira em função das doses de P (entre zero e 100 kg ha<sup>-1</sup>). Nas sementes o teor de óleo aumentou de 47,6 para 50,2%. ARAÚJO et al. (2009), utilizando quinze tratamentos com as doses de referência 40:90:60 kg ha<sup>-1</sup> de N: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: K<sub>2</sub>O, encontraram as melhores respostas da mamoneira BRS 149 Nordestina com as doses isoladas de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N; 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. RIBEIRO et al. (2009), trabalhando com estes mesmos tratamentos para BRS 188 Paraguaçu, encontraram as melhores doses isoladas com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N; 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

No Brasil, e principalmente no Nordeste, a cultura da mamoneira vem crescendo rapidamente nos últimos anos, devido ao seu emprego na produção de combustível menos agressivo, o biodiesel, especialmente por diminuir as emissões de gases como CO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> e partículas de hidrocarbonetos durante a combustão, quando comparado aos combustíveis fósseis (ABREU et al., 2004). Devido a grande importância dessa espécie, é justificável o estudo da mamoneira em Goiás, por se tratar de um Estado com forte representatividade na produção de biodiesel no Brasil, sendo a soja a principal matéria-prima utilizada. A soja é uma espécie usada na alimentação humana e de animais, portanto, a produção de biodiesel a partir desta oleaginosa compete com a produção de alimentos e assim aumenta o seu valor no mercado.

A produção agrícola em busca de produtividade crescente, como na agricultura praticada atualmente no Brasil, exige o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, de forma a atender a critérios racionais que permitam conciliar o resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais do solo e do meio ambiente, bem como com a elevação constante da produtividade das culturas. Isso não pode ser conseguido com a adoção de práticas de manejo generalistas, ignorando as particularidades dos solos de diferentes locais. É preciso, pois, identificar os problemas e as necessidades de cada caso (RAIJ, 2011).

Desta forma, as investigações sobre o comportamento agrônomo da mamoneira no Cerrado Goiano são válidas, por serem escassas as informações sobre a espécie em termos gerais e especificamente sobre adaptação e resposta à adubação. Além disso, definir doses mais adequadas de fertilizantes poderá diminuir o custo de produção e também reduzir a aplicação excessiva dos nutrientes no solo e por consequência evitar a contaminação do lençol freático, dependendo também de outros fatores associados, por exemplo, do clima local.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade da mamoneira em resposta à adubação mineral com NPK em Goiânia, GO.

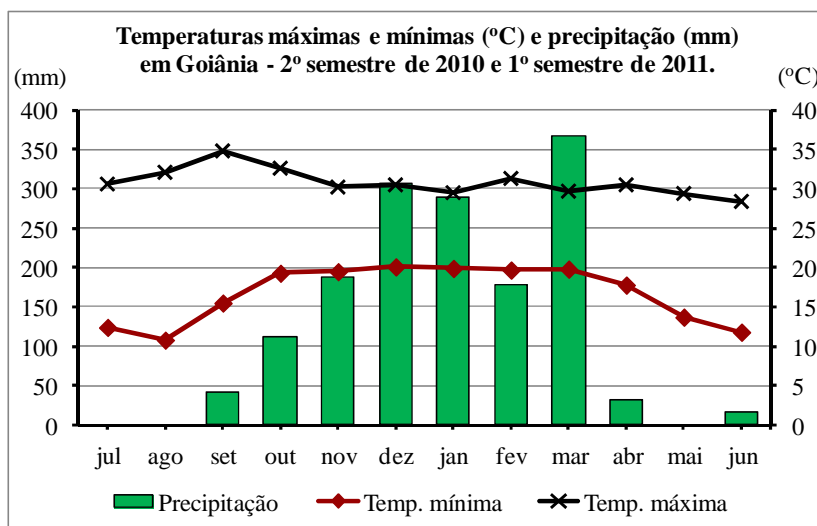
## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – UFG, localizada em Goiânia estado de Goiás. As coordenadas geográficas e altitude média respectivamente do local de cultivo são: Latitude 16°36'S, Longitude 49°16'W e 741 m (LOBATO, 2010 e 2011).

O clima foi caracterizado conforme Köppen como tropical chuvoso, Aw savana, tendo caráter sub-úmido, com duas estações bem definidas: uma seca, com duração de quatro a cinco meses, e outra chuvosa, ocorrendo do final de setembro a abril. A temperatura máxima situa-se entre 34°C e 36°C, sendo que a isoterma anual varia entre 20°C e 22°C (SIMEHGO, 2012). Estão representadas as temperaturas máximas, mínimas e precipitação pluviométrica durante o período de cultivo da

mamona em Goiânia (dezembro de 2010 a maio de 2011) (Figura 1). A umidade relativa do ar média no período foi de 62% (LOBATO, 2010 e 2011).

A precipitação média anual varia de 1.500 mm a 2.000 mm. Em Goiânia o mês de dezembro apresenta maior índice pluviométrico durante a estação chuvosa com uma média de 279,4 mm por mês. A média pluviométrica de dezembro é de 244,9 mm por mês que corresponde a 18,2% do volume de toda a chuva média anual. A temperatura mínima média de 20°C no período de 1999 a 2010 de 20°C. Já a temperatura máxima média é de 30,8°C. O mês de dezembro em Goiás é caracterizado pela umidade relativa elevada variando entre 71 e 79% (SIMEHGO, 2012).



**FIGURA 1.** Médias das temperaturas mínimas, máximas e precipitação pluviométrica no primeiro semestre de 2010 e segundo semestre de 2010 e primeiro semestre de 2011 em Goiânia durante o cultivo da mamoneira. Fonte: LOBATO (2010 e 2011).

O solo onde foi montado o experimento em Goiânia foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). Foram realizadas coletas de solo representativo da área experimental nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. A análise física (granulométrica) define um solo de classe textural argilosa.

De acordo com ALVAREZ et al. (1999), os teores de matéria orgânica são considerados baixos em ambas as profundidades. Já a acidez ativa expressa pelo valor de pH é considerada média (0-20 cm) e alta (20-40 cm) (RAIJ, 2011). A acidez trocável ( $Al^{3+}$ ) é nula, e a potencial ( $H + Al$ ) é baixa nas duas profundidades.

A saturação por bases (V%) é considerada baixa nas duas profundidades (RAIJ, 2011). Segundo ALVAREZ et al. (1999), relacionando-se os teores de argila e os de fósforo (P) disponível na análise, o solo foi classificado como de teor baixo e muito baixo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm respectivamente. Entretanto, SOUSA et al. (2004), consideram esses teores médios em ambas as profundidades.

Os teores de potássio (K) foram classificados como médio nas duas profundidades (ALVAREZ et al., 1999). Todavia, VILELA et al. (2004) considera os teores de K no solo, adequados nas duas profundidades tendo como referência a CTC a pH 7,0 de  $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são considerados médios (0-20 cm) e baixos (20-40 cm) para ambos os nutrientes.

ALVAREZ et al. (1999), consideram baixo os teores de boro (B) no solo nas duas profundidades. GALRÃO (2004), também interpreta como baixos esses teores em solos de Cerrado.

Os teores de cobre (Cu) são muito baixos (ALVAREZ et al., 1999). Entretanto, considerando os solos de Cerrado GALRÃO (2004) considera alto nas duas profundidades.

Os teores de zinco (Zn) variam entre baixo (0-20 cm) e bom (20-40 cm) (ALVAREZ et al., 1999). Já GALRÃO (2004), interpreta como baixo (0-20 cm) e alto (20-40 cm).

Os teores de ferro (Fe) variam entre médio (0-20 cm) e bom (20-40 cm) (ALVAREZ et al., 1999). Segundo GALRÃO (2004), estes teores são considerados altos no solo de Cerrado.

Já os teores de manganês (Mn) ambos se apresentam altos segundo ALVAREZ et al. (1999), o que também se confirma na interpretação de GALRÃO (2004). Ainda, são considerados baixos os teores de cobalto (Co) e molibdênio (Mo) no solo (ALVAREZ et al., 1999).

**TABELA 1.** Características físico-químicas do solo em Goiânia, GO.

Propriedades	Profundidades analisadas	
	(0-20 cm)	(20-40 cm)
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	500	470
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	100	110
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	400	420
M.O. (g kg <sup>-1</sup> )	12,0	8,0
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,3	5,0
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,4	1,1
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,6	0,3
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	0,0
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,2	2,1
P (mg dm <sup>-3</sup> )	7,7	1,2
K (mg dm <sup>-3</sup> )	66	35
Na (mg dm <sup>-3</sup> )	3,0	3,0
Co (mg dm <sup>-3</sup> )	0,06	0,04
Mo (mg dm <sup>-3</sup> )	0,07	0,07
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,15	0,13
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	3,0	3,3
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	26,4	39,2
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	35,4	48,4
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	0,7	2,1
S (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,18	1,50
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,38	3,60
V%	49,77	41,66

Foram comparados diferentes níveis de adubação mineral de N, P e K. As fontes desses nutrientes: ureia (45% N), superfosfato triplo (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O). As doses testadas foram de (0, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>), constituindo-se em um fatorial (3 x 4), ou seja, três nutrientes e quatro doses, com quatro repetições. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso.

As doses de N, P e K foram definidas a partir da necessidade nutricional da cultura da mamoneira, de acordo com RAIJ et al. (1997) que recomendam aplicar 80 kg ha<sup>-1</sup> de N. No caso do K, definiram-se as doses baseada na recomendação de SAVY FILHO (2005) que é 80 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. As doses de P foram estabelecidas de acordo com RIBEIRO et al. (1999), que recomendam aplicar 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com produtividade esperada de 1.500 a 2.000 kg ha<sup>-1</sup>.

O preparo do solo consistiu-se em uma aração e duas gradagens, sendo posteriormente feito o sulcamento também de forma mecanizada. Posteriormente, realizou-se o estaqueamento usando estacas de madeira. Ainda, barbantes de algodão para delimitação de parcelas e blocos. Para mensurar estas dimensões fez-se o uso de fita métrica. As dimensões da parcela experimental foram de: 4,0 m x 4,0 m, ou seja, 16 m<sup>2</sup>, e a área útil avaliada foi de 4,0 m<sup>2</sup>. Portanto, foram avaliadas apenas as quatro plantas centrais de cada parcela.

Depois de pesados os fertilizantes foram colocados em sacos plásticos individualizados, sendo distribuídos de acordo com cada tratamento no sulco de plantio. A distribuição ocorreu de forma manual e uniforme em toda extensão da linha. Após a distribuição, os adubos foram cobertos com uma fina camada de terra.

Em determinados tratamentos foi realizado o parcelamento das doses de N e K<sub>2</sub>O. Sendo assim, foi definido que, as doses N e K<sub>2</sub>O iguais ou superiores a 80 kg ha<sup>-1</sup> foram parceladas em 50% no plantio, e 50% em cobertura aos 46 DAP (dias após o plantio). A adubação em cobertura do N nesse período foi realizada para atender a maior demanda no período que antecede a floração entre 40 a 50 dias após a emergência, ou quando as plantas alcançaram aproximadamente 50 cm (RIBEIRO et al., 1999). Em todos os tratamentos, as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram feitas no sulco de plantio.

A semeadura foi realizada de forma manual no dia 21 de dezembro de 2010, sendo depositadas três sementes por ponto com espaçamento 1m x 1m. O desbaste foi realizado aos 15 DAP, e mantida apenas uma planta em cada ponto do sulco até a coleta. A cultivar plantada foi Al Guarany 2002, que segundo a CATI (2012) apresenta ciclo de 180 dias, com espaçamento indicado de 1,5 m x 1,0 m, e utilização de uma planta por cova. Além disso, apresenta produtividade média entre 1.000 e 2.000 kg, teor de óleo nas sementes varia de 47 a 48%. Apresenta ainda, peso médio de 100 sementes de 46 g, altura variando entre 1,60 m a 2,60 m, e não apresenta restrição de plantio em diferentes regiões do país. A época de semeadura recomendada é de outubro a novembro.

O controle das plantas daninhas foi realizado manualmente, utilizando-se a capina com enxada. Realizaram-se duas capinas ao longo do ciclo da cultura. As plantas daninhas após as capinas foram deixadas sobre o solo.

Em decorrência da umidade relativa do ar elevada e da precipitação, houve problemas com mofo-cinzento-do-cacho (*Botryotinia ricini*), sendo realizado o controle fitossanitário em todo o experimento, aplicando-se com pulverizador costal um fungicida para proteção das plantas. O princípio ativo do fungicida foi o Fluazinam com dosagem de 2 mL do produto por litro de água.

Em relação à disponibilidade de água no solo, a necessidade hídrica da

mamoneira foi suprida apenas pela precipitação pluvial, ou seja, não foi utilizada irrigação complementar.

Decorridos 177 DAP, realizou-se a coleta do experimento, sendo mensuradas e obtidas às seguintes variáveis: número de cachos por planta, número total de frutos por planta. Além destas, determinou-se a produtividade e o peso médio das sementes.

Na estimativa da produtividade, os frutos foram secos naturalmente sobre lona plástica. Após a redução da umidade via secagem natural, os frutos foram descascados manualmente com auxílio de alicate e pinça. O teor médio de umidade nas sementes foi de 5,8% pelo método da estufa (105°C por 24 h). Por serem uniformes os teores de umidade nas sementes, não foi realizada a correção na estimativa da produtividade. Além disso, realizou-se a contagem do número de cachos por planta, e do número total de frutos por planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão a 5% de probabilidade. Para realização das análises utilizou-se o programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> versão 5.0 (Build 71) (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção do número de nós até o primeiro cacho, todas as variáveis apresentaram diferença significativa para o fator dose (Tabela 2). O número de frutos por planta foi significativo para dose e nutriente. Além disso, o número de cachos por planta e a produtividade estimada de sementes apresentaram significância na interação das doses com os nutrientes.

**TABELA 2.** Quadrados médios da análise de variância para a altura de inserção do primeiro cacho, número de nós, cachos e frutos, produtividade e peso médio de sementes da mamoneira cultivada sob doses crescentes de NPK em Goiânia, GO.

Fonte de variação	Número			Produtividade	Peso
	Nós	Cachos	Frutos	Sementes	Sementes
Bloco	0,75 <sup>ns</sup>	2,84 <sup>**</sup>	1059,41 <sup>ns</sup>	711857,63 <sup>ns</sup>	0,0244 <sup>*</sup>
Dose (D)	12,80 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>*</sup>	11252,90 <sup>*</sup>	17913802,08 <sup>**</sup>	0,0199 <sup>*</sup>
Nutriente (N)	4,40 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	9952,52 <sup>*</sup>	97864,58 <sup>ns</sup>	0,0042 <sup>ns</sup>
D x N	10,62 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>**</sup>	5256,54 <sup>ns</sup>	6786197,92 <sup>**</sup>	0,0099 <sup>ns</sup>
Resíduo	4,50	0,33	2718,97	1704357,63	0,0067
C.V. (%) <sup>***</sup>	8,83	25,65	46,39	43,32	16,36

<sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> e <sup>ns</sup> - Significativos a 1%, 5% e não significativo pelo teste F respectivamente.

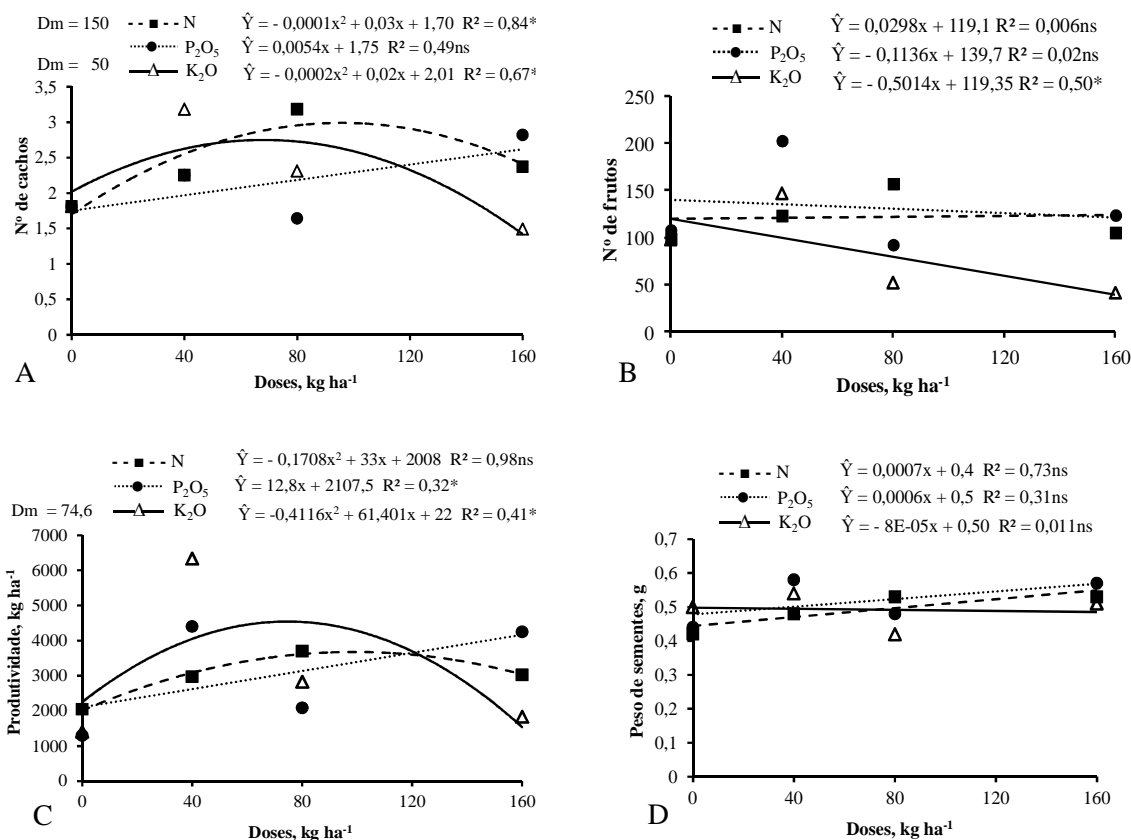
<sup>\*\*\*</sup> - Coeficiente de variação.

A análise de regressão demonstra efeito significativo pelo menos para um dos nutrientes avaliados nas variáveis: número de cachos por planta (Figura 2A), número de frutos por planta (Figura 2B), produtividade (Figura 2C). Todavia, verificou-se diferença significativa em relação ao peso médio de sementes (Figura 2D).

Apesar das diferenças apontadas na análise de regressão, observa-se que para determinadas variáveis, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram baixos o que dificulta inferir quais as doses mais indicadas para o cultivo da mamoneira

nestas condições edafoclimáticas investigadas.

Os resultados obtidos na presente pesquisa discordam dos observados por SEVERINO et al. (2006) que não verificaram aumento no número de nós com o aumento das doses de N no solo. O efeito do N, de promover maior crescimento está ligado as suas funções na planta como afirmam SOUZA & FERNANDES (2006), que este elemento faz parte de proteínas, ácidos nucléicos e muitos outros importantes constituintes celulares, incluindo membranas e diversos hormônios vegetais.



**FIGURA 2.** Número de nós (A), altura do cacho principal (B), número de cachos por planta (C), número de frutos totais por planta (D), produtividade (E) e peso médio de sementes (F) da mamoneira, em resposta à adubação mineral com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, cultivo em Goiânia, GO. Dm = dose de máxima eficiência agrônômica (kg ha<sup>-1</sup>), \*\*, \*, e ns = significativos a 1%, 5% e não significativo pelo teste F respectivamente.

O número de cachos por planta variou significativamente em função da adubação nitrogenada e potássica (Figura 2A). No caso das doses de N, verifica-se efeito quadrático em relação ao número de cachos por planta, com dose máxima de 150 kg ha<sup>-1</sup> N. Substituindo a dose máxima na equação de regressão correspondente, estima-se cerca de 3,95 cachos por planta.

O efeito da relação entre doses de K e o número de cachos por planta, também se ajustou ao modelo quadrático, com a dose máxima de 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Assim,

substituindo a dose máxima na função estima-se 2,5 cachos por planta. As doses de P não promoveram aumento significativo no número de cachos por planta no presente trabalho. Entretanto, FERRO et al. (2008) discordam deste efeito, ou seja, o maior número cachos produzidos pela mamoneira (31,075 unidades por hectare), foi obtido na dose de 42 kg ha<sup>-1</sup> de P, tendo assim incremento de 57% em relação a testemunha.

SILVA et al. (2007), avaliando o híbrido Sara com níveis de adubação nitrogenada de (0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), não detectaram aumento no número de cachos em função das doses. Estes autores afirmam que o aumento no número de cachos, é mais influenciado pela genética da planta. O comprimento e o número de racemos ou cachos, o número de frutos, o número de nós e a altura do primeiro cacho são características agrônômicas importantes no rendimento dessa espécie, tendo, as duas últimas, relação direta com a precocidade da planta, pois aquela que emitir o cacho principal com menor número de nós e com menor altura é tida como mais precoce e pode ser mais produtiva em regiões com irregularidades de chuvas (SEVERINO et al., 2006).

Os diferentes níveis de adubação nitrogenada e fosfatada não promoveram efeito significativo no número de frutos por planta (Figura 2B). As médias do número de frutos por planta foram iguais a: 121, 105 e 84 para os níveis de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente. As doses de K aplicadas no solo foram significativas, entretanto, o coeficiente de determinação foi mediano (R<sup>2</sup> = 0,50), o que não permite concluir com maior segurança os efeitos da adubação potássica. Neste caso, observa-se redução linear no número de frutos com o aumento dos níveis deste nutriente no solo. Resultados semelhantes foram verificados por CHAVES & ARAÚJO (2011) que evidenciaram redução no número de frutos da mamoneira BRS nordestina nas doses (40, 80, 120, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). Entretanto, MESQUITA et al. (2011) testando doses NPK na cultivar BRS Nordestina, afirmam ter resposta significativa no número de frutos por planta apenas na adubação com N, portanto, sendo contrário aos resultados observados na presente pesquisa. CHAVES & ARAÚJO (2011) obtiveram em média 41,27 frutos por cacho com plantas adubadas com 200-90-60 kg ha<sup>-1</sup> NPK respectivamente. Considerando em média 2,5 cachos por planta, o número de frutos por planta é em torno de 103 frutos. Estes valores estão próximos aos valores observados no presente estudo.

A produtividade da mamoneira apresentou incremento significativo em função das doses crescentes de P e K (Figura 2C). Entretanto, mais uma vez observa-se baixo coeficiente de determinação para ambos os ajustes (0,32 e 0,41 para P e K respectivamente). Assim, estatisticamente, há baixa relação entre doses, nutrientes e produtividade. Desta forma, há baixa confiabilidade nos efeitos observados. As médias de produtividade estimadas foram de: 2.937, 3.000 e 3.093 kg ha<sup>-1</sup> de grãos nas doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente.

De acordo com SAVY FILHO (2005), a produtividade de grãos da mamoneira abaixo de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> é classificada como baixa, entre 1.500 e 2.000 kg ha<sup>-1</sup> é classificada como média, entre 2.001 e 3.000 kg ha<sup>-1</sup> é alta e acima de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> é tido como muito alta. Na presente pesquisa, a produtividade situa-se entre média e muito alta. Desta forma, pode-se inferir que a cultivar a Al Guarany 2002 conseguiu se estabelecer de forma satisfatória nas condições de Cerrado, obtendo-se produtividades superiores à média esperada para essa cultivar que é de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos.

Estes resultados contrastam com os observados por MOREIRA et al. (2012),

pois avaliaram as doses iguais a 6,5, 10, 20 e 40 mg kg<sup>-1</sup> de P na cultivar IAC Guarani no Cerrado Goiano, e as respostas foram lineares e significativas em função do maior acréscimo de P no solo. O efeito linear do P na produtividade da mamoneira pode ser justificado pelas características do solo, por se tratar de um Latossolo com predomínio de óxidos de Fe e/ou Al, que via de regra, a eficiência deste nutriente sob formas solúveis é muito baixa nestes solos. Ainda, de acordo com SILVA et al. (2007), verificaram maior produtividade em função da mamona com aumento das doses de N no solo.

A adubação mineral NPK não promoveu efeito significativo no peso médio das sementes (Figura 2D). As médias apresentadas são iguais a: 0,49 g, 0,51 g e 0,49 g para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente. Assim, comprovou-se que as médias observadas superam o peso médio para cultivar Al Guarany 2002 que é de 0,46 g. RIBEIRO et al. (2009), observaram maior peso de sementes de forma significativa somente a 10% de probabilidade na dose de N (200 kg ha<sup>-1</sup>). Assim, verificou-se incremento de 173,01% em relação à dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> N. Por outro lado, SEVERINO et al. (2006) constataram maior resposta a adubação nitrogenada, seguida pela fosfatada e potássica. Todavia, CHAVES & ARAÚJO (2011) confirmam efeito linear significativo apenas nas doses nitrogenadas.

### CONCLUSÕES

O aumento nos níveis de N e K promoveu maior número de cachos por planta de mamona.

A adubação mineral NPK não promoveu aumento no número de frutos por planta e no peso médio de sementes.

A cultivar Al Guarany 2002 apresentou produtividade superior à esperada nestas condições edafoclimáticas ocorrendo ganhos com aumento nos níveis de P e K.

### REFERÊNCIAS

ABREU, F. R.; LIMA, D. G.; HAMÚ, E. H.; WOLF, C.; SUAREZ, P. A. Z. Utilization of metal complexes as catalysts in the transesterification of Brazilian vegetable oils with different alcohols. **Journal of Molecular Catalysis**, Bristol, v. 209, n.XX, p. 29-33, 2004.

ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. p. 25-32.

ARAÚJO, D. L.; CHAVES, L. H. G.; MESQUITA, E. F.; FRANÇA, C. P. Crescimento da mamoneira cultivar BRS-149 Nordeste adubada com nitrogênio, fósforo e potássio. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 685-702, 2009.

CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Bragantia**, Campinas, v. 17, n. único, p. 243-259, 1958.

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Mamona Al Guarany 2002**. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/>>. Acesso em: 19 out. 2012.

CHAVES, L. H. G.; ARAÚJO, D. L. Fitomassa e produção da mamoneira BRS Nordeste adubada com NPK. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 1, p. 222-231, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 5.0 pacote computacional).

FERRO, J.H.A.; SILVA, D.F.; OLIVEIRA, M.W.; TRINDADE, R.C.P.; COSTA, J.P.V.; CALHEIROS, A.S. Avaliação do crescimento e da produtividade de duas variedades de mamona (*Ricinus communis* L.) em função da adubação fosfatada no município de Rio Largo – AL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA-ENERGIA E RICINOQUÍMICA, III. **Anais...** Salvador-BA: Embrapa Algodão, 2008. CD ROOM

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 185-223.

LOBATO, E. Estação Evaporimétrica de Goiânia da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - Universidade Federal de Goiás. **Dados meteorológicos coletados em 2010 e 2011**. Disponível em: <<http://http://www.agro.ufg.br/pages/6005>>. Acesso em: 1 nov. 2012.

MELHORANÇA, A. L.; STAUT, L. A. **Indicações técnicas para a cultura da mamona no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 5 p.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Fitomassa e componentes da produção da mamona fertilizada com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 14, p. 344-351, 2011.

MOREIRA, M. A.; ALVES, J. M.; OLIVEIRA, A. B.; FRANCIELLE, A. MEDEIROS, F. A. Crescimento e produção da mamoneira em função de fósforo e boro. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 5, n. 2, p. 98-108, 2012.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L. **Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar Campinas**. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 28, n. 1, p. 323-337, 1971.

PACHECO, D. D.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; ANTUNES, P. D. Produção e disponibilidade de nutrientes para mamoneira (*Ricinus communis* L.) adubada com NPK. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande,

v. 8, n. 1, p. 153-160, 2008.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

RIBEIRO, S.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; GHEYI, H. R.; LACERDA, R. D. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu a aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 465-473, 2009.

SAVY FILHO, A. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.  
SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; FERREIRA, G. B.; CARDOSO, G. D.; GONDIM, T. M. S.; BELTRÃO, N. E. M.; VIRIATO, J. R. Crescimento e produtividade da mamoneira sob fertilização química em região semi-árida. Campina Grande: **Anais...** Embrapa Algodão, 2005. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 62).

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

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

SIMEHGO. Sistema de meteorologia e hidrologia do estado de Goiás. SECTEC. Secretaria de ciência e tecnologia do estado de Goiás. **Boletim climático**. Disponível em: <[http://www.simehgo.sectec.go.gov.br/img/graficos\\_climatologicos/media\\_anos/goiatuba.gif](http://www.simehgo.sectec.go.gov.br/img/graficos_climatologicos/media_anos/goiatuba.gif)>. Acesso em: 18 out. 2012.

SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2004. p.129-144.

SOUZA, R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G.; SILVA, J. E. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 169-182.

WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 659 p.