

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE DUAS CULTIVARES DE MAMONEIRA SOB FERTILIZAÇÃO NPK¹

EVANDRO FRANKLIN DE MESQUITA^{2*}, LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES³, HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA³, ROGÉRIO DANTAS DE LACERDA³

RESUMO - Propôs-se no presente trabalho avaliar os efeitos do nitrogênio (N), do fósforo (P) e do potássio (K) sobre o crescimento e a produção de sementes das mamoneiras BRS Nordestina e BRS Paraguaçu. Para cada cultivar foi realizado um experimento em casa de vegetação, em Campina Grande, PB. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 2 x 2, perfazendo, em cada experimento, um total de 24 unidades experimentais, submetidos aos seguintes níveis de adubação: N (200 e 300 kg ha⁻¹), P (150 e 250 kg ha⁻¹) e K (150 e 250 kg ha⁻¹) incorporados em 78 kg de solo acondicionados em vasos plásticos. Dados sobre a altura da planta, o diâmetro caulinar e a área foliar foram medidos aos 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 dias após a semeadura (DAS). No final dos experimentos foi avaliado o peso de sementes. O N foi o nutriente que promoveu o maior crescimento e a maior produção das duas cultivares estudadas; a aplicação de P e K não influenciou o desenvolvimento nem do diâmetro caulinar, nem da área foliar, nem da produção das mamoneiras; o tratamento N₁P₁K₁ (200-150-150 kg ha⁻¹) foi o que promoveu maior altura nas cultivares estudadas.

Palavras-chave: *Ricinus communis*. Nutrição mineral. Adubação.

GROWTH AND PRODUCTION OF TWO CASTOR BEAN CULTIVARS UNDER NPK FERTILIZATION

ABSTRACT - The actual paper was carried out aiming to evaluate the effects of nitrogen, phosphorus and potassium on the growth and seeds production of castor bean (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS Nordestina and BRS Paraguaçu. For each cultivar an experiment was conducted in a greenhouse, in Campina Grande, PB. Each experiment was conducted on a 2 x 2 x 2 factorial design completely randomized resulting 24 experimental units, subjected to the following levels of fertilization: nitrogen (200 and 300 kg ha⁻¹), phosphorus (150 and 250 kg ha⁻¹) and potassium (150 and 250 kg ha⁻¹). Plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area were measured at 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 and 160 days after planting. At the end of the experiment the weight of seeds was measured. Nitrogen was the nutrient that promoted the highest growth and yield for both cultivars; the phosphorus and potassium application did not influence the stem diameter, leaf area and the yield of castor bean; the highest plant height was obtained with the treatment N₁P₁K₁ (200-150-150 kg ha⁻¹).

Keywords: *Ricinus communis*. Mineral nutrition. Manuring.

* Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 14/05/2011; aceito em 09/01/2012.

Trabalho de tese de conclusão do curso de doutorado em engenharia agrícola do primeiro autor.

²Departamento de Agrárias e Exatas, UEPB, Campus IV, Sítio Cajueiro, 58.884-000, Catolé do Rocha - PB; elmesquita4@uepb.edu.br

³Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UFCG, av. Aprígio Veloso, 882, 58429-140, Campina Grande - PB; Campina Grande - PB; lhgarofalo@hotmail.com; hugo_carvalho@hotmail.com; rogerio_dl@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa pertencente à família *Euphorbiaceae*, exigente em solos férteis, cujos produtos e subprodutos são utilizados na indústria ricinoquímica e na agricultura, além da possibilidade, do óleo extraído de suas sementes, ser usado como biocombustível.

Atualmente existem várias cultivares de mamoneira disponíveis para o plantio no Brasil, sendo recomendadas para a agricultura do Nordeste as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu (FREIRE et al., 2007). Estas cultivares se diferenciam pelas suas características fenotípicas, tempo de floração, necessidades de adubação, teor de óleo das sementes, entre outras. A adubação é uma das principais técnicas para o incremento de produtividade e rentabilidade das culturas. Contudo, existem poucos relatos sobre o comportamento da mamoneira sob diferentes condições de clima, disponibilidade de água e necessidades de adubação. Especificamente, há poucas informações sobre as respostas das cultivares à adubação química com NPK, elementos essenciais para o crescimento e a produção da mamoneira. Araujo et al. (2009) mostraram que a mamoneira tem forte demanda por N para seu crescimento e produção foliar e, quando cultivada sob deficiência desse elemento, forte redução no crescimento e baixa estatura são observados. Níveis insatisfatórios de P, da mesma forma que de K, retardam o crescimento inicial da planta e provocam redução considerável na produtividade (SEVERINO et al., 2006). Um comportamento adequado da mamoneira exige um programa de adubação eficiente, o qual reforça a preocupação em se conhecer a curva resposta da mamoneira em relação à combinação dos nutrientes N, P e K para que o excesso ou a falta dos mesmos não tragam prejuízos tanto para o agricultor como para o meio ambiente.

Araujo et al. (2009), utilizando quinze tratamentos com as doses de referência 40:90:60 kg ha⁻¹ de N: P₂O₅: K₂O, encontraram as melhores respostas da mamoneira BRS 149 Nordestina com as doses isoladas de 200 kg ha⁻¹ de N; 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg ha⁻¹ de K₂O. Ribeiro et al. (2009), trabalhando com estes mesmos tratamentos para BRS 188 Paraguaçu, encontraram as melhores doses isoladas com 200 kg ha⁻¹ de N; 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg ha⁻¹ de K₂O.

Dando continuidade às pesquisas relacionadas aos níveis de adubação na mamoneira, objetivou neste trabalho avaliar o comportamento das cultivares de mamoneira BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, sob diferentes níveis de adubação NPK.

MATERIAL E MÉTODOS

No intuito de avaliar os efeitos de doses crescentes de N, P e K, dois experimentos foram realiza-

dos em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, no período de abril a outubro de 2008, utilizando-se vasos plásticos com 100 L de capacidade, perfurados na base para permitir drenagem. Estes vasos foram preenchidos com 78 kg de um solo franco-arenoso (Neossolo Regolítico Eutrófico típico), coletado na camada superficial do solo, tendo como características, de acordo com os métodos preconizados por Embrapa (1997): pH (H₂O) = 6,4; Ca = 2,41 cmol_c kg⁻¹; Mg = 2,37 cmol_c kg⁻¹; Na = 0,04 cmol_c kg⁻¹; K = 0,02 cmol_c kg⁻¹; H + Al = 0,95 cmol_c kg⁻¹; Al = 0,20 cmol_c kg⁻¹; soma de bases = 4,84 cmol_c kg⁻¹; CTC = 5,99 cmol_c kg⁻¹; V = 80,80%; porcentagem de saturação por alumínio = 3,97%; MO = 6,5 g kg⁻¹; P = 21,7 mg kg⁻¹; areia = 770,5 g kg⁻¹; silte = 84,6 g kg⁻¹; e argila = 144,9 g kg⁻¹.

Os experimentos foram instalados em delineamento em blocos casualizados (DBC) com oito tratamentos e três repetições, sendo os tratamentos compostos pela combinação de duas doses de N (N₁=200 e N₂=300 kg/ha), duas de P (P₁=150 e P₂=250 kg/ha) e duas de K (K₁=150 e K₂=250 kg/ha), totalizando 24 unidades experimentais para cada experimento. As doses crescentes do N, P₂O₅ e K₂O tiveram como base a maior recomendação para mamoneira feita por Ribeiro et al. (2009) e por Araujo et al. (2009), que correspondeu a 200:150:150 kg ha⁻¹ de N:P₂O₅:K₂O. Como fontes dos elementos foram utilizadas os adubos sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. Todo o P₂O₅ e 30% das doses recomendadas de K₂O para cada unidade experimental foram aplicados em fundação; o restante das doses de K (70%) e o N (100%) foram parcelados em oito vezes iguais, tendo sido aplicados quinzenalmente até os 120 DAS.

Em ambos os experimentos, cada vaso recebeu cinco sementes, tendo permanecido, após os desbastes, uma planta por vaso. Durante todo o período experimental (197 dias), o solo foi mantido com umidade da capacidade de campo, tendo sido monitorada diariamente através da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR). A irrigação dos vasos foi feita através do método localizado com sistema por gotejamento, utilizando-se água de abastecimento fornecida pela Companhia de Água do Estado da Paraíba (CAGEPA), cujas características são apresentadas na Tabela 1.

Aos 20, 40, 60, 80, 100, 120 e 140 dias após o plantio (DAS) foram avaliadas as variáveis relacionadas ao crescimento das plantas (altura da planta, diâmetro caulinar na base, número e comprimento de folhas). O cálculo da área foliar (AF) foi feito de acordo com o método de Wendt (1967), utilizando a fórmula $\log(Y) = \Sigma\{-0,346 + [2,152 \times \log(x)]\}$, sendo Y a área foliar em cm² e x, o comprimento da nervura central da folha, em cm. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se a análise de variância (ANOVA) e aplicando-se o teste de Tukey

Tabela 1. Características químicas da água de irrigação utilizada nos experimentos.

Características	Valor
pH	7,15
Condutividade elétrica (dS cm ⁻¹)	4,70
Cálcio (mmol _c L ⁻¹)	0,92
Magnésio (mmol _c L ⁻¹)	1,56
Sódio (mmol _c L ⁻¹)	2,56
Potássio (mmol _c L ⁻¹)	0,16
Carbonatos (mmol _c L ⁻¹)	0,00
Bicarbonatos (mmol _c L ⁻¹)	1,85
Cloretos (mmol _c L ⁻¹)	3,21
Sulfatos (mmol _c L ⁻¹)	0,00
Relação de adsorção de sódio (mmol _c L ⁻¹)	2,30
Classe de água	C ₁ S ₁

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEAg/CTRN/UFCG)

a 5% de probabilidade para comparação das médias dos resultados, de acordo com Ferreira (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos significativos do N e das interações de N x P, P x K e N x P x K foram observados somente aos 160 DAS, apesar de terem sido avaliadas as alturas das plantas de 20 a 160 DAS. No período de 120 a 140 DAS não se verificou efeito significativo dos tratamentos corroborando com Severino et al. (2006) e Souza et al. (2009) que não encontraram efeito significativo de doses crescentes de NPK e P, respectivamente, sobre a altura de plantas, aos 130 e 120 DAS, mas discordaram de Silva et al. (2007) que verificaram diferença significativa na altura da planta aos 100 DAS, utilizando doses crescente de N (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹).

De acordo com o desdobramento da interação entre os elementos, foi constatado efeito significativo para as doses de N combinadas com o tratamento P₂K₁; para as doses de P combinadas com N₁K₁; e para as doses de K combinadas com os tratamentos N₁P₁ e N₁P₂ (Tabela 2). A menor dosagem utilizada entre os tratamentos estudados (N₁P₁K₁) produziu a maior altura, 89,67 cm, e o menor valor em altura, 75,33 cm, foi obtido com o tratamento N₁P₂K₁. Estes resultados foram superiores aos 72,3; 70,0 e 70,3 cm observados por Araújo et al. (2009) com a cultivar BRS Nordestina, adubada com 200:90:60; 40:150:60 e 40:90:150 kg ha⁻¹ de NPK, respectivamente. No

entanto, podem-se observar pequenas diferenças entre estas alturas, mesmo considerando as maiores quantidades dos adubos aplicados no presente trabalho.

Conduzida a análise de variância (ANOVA) da altura das plantas para a cultivar BRS 188 Paraguaçu, não se verificou influência da fertilização NPK.

Comparando-se a altura das plantas das duas variedades de mamona, observou-se que a cultivar BRS Paraguaçu cresceu mais do que a BRS Nordestina. A maior altura da cultivar BRS Paraguaçu (97,67 cm) foi obtida no tratamento N₁P₁K₁ (200-150-150 kg ha⁻¹) com uma superioridade de 21,07% em comparação a menor altura (80,67 cm) obtida com o tratamento N₁P₁K₂, o qual corresponde a um aumento de 100 kg ha⁻¹ de K (Tabela 2). Ribeiro et al. (2009), estudando a mesma cultivar adubando com doses crescentes dos mesmos nutrientes, de forma isolada, verificaram diferenças significativas aos 80 e 60 DAS, referentes às doses de N e P, respectivamente; porém, não houve diferença estatística entre as doses de K, ao longo do período experimental.

As alturas de plantas, observadas por Severino et al. (2006), Silva et al. (2007), Diniz Neto et al. (2009b) e Almeida Junior et al. (2009), para a cultivar BRS Nordestina, e por Ribeiro et al. (2009) para a BRS Paraguaçu, foram inferiores do que as encontradas no presente trabalho, apesar dos níveis de NPK aplicados neste serem bem maiores do que os utilizados pelos autores citados.

Conduzidas as análises de variância para ambas as cultivares, observou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) apenas para as dosagens de N avaliadas aos 60, 80, 100, 120, 140 e 160 DAS, ou seja, aos 20 e 40 DAS não se verificou diferença significativa sobre o diâmetro caulinar (Tabela 3 e 4), discordando de Silva et al. (2007), que não observaram efeito significativo aos 100 DAS.

Os tratamentos correspondentes às doses de P e de K, ao longo do período experimental não influ-

enciaram o diâmetro caulinar das plantas, discordando de Almeida Junior et al. (2009) que verificaram efeito do P (0; 3; 6; 9; 12 e 15 g planta⁻¹) no desenvolvimento inicial da mamoneira (65 DAS). Por outro lado, Ribeiro et al. (2009), estudando a cultivar BRS 188 Paraguaçu, com doses crescentes de N, P e K, de forma isolada, verificaram efeito significativo das doses de N sobre o diâmetro caulinar aos 60; 80 e 140 DAS.

Avaliando-se as médias dos diâmetros cauli-

Tabela 2. Altura de plantas (cm) da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, em função de doses crescentes de NPK, aos 160 DAS.

	Nitrogênio		Potássio	
	K ₁ (150 kg ha ⁻¹)		K ₂ (250 kg ha ⁻¹)	
	Fósforo		Fósforo	
	P ₁ (150 kg ha ⁻¹)	P ₂ (250 kg ha ⁻¹)	P ₁ (150 kg ha ⁻¹)	P ₂ (250 kg ha ⁻¹)
BRS 149 Nordestina				
200 kg ha ⁻¹	89,67a A α	75,33 b B β	79,00 a A β	84,33 a A α
300 kg ha ⁻¹	82,67 a A α	88,67 a A α	86,00 a A α	88,67 a A α
BRS 188 Paraguaçu				
200 kg ha ⁻¹	97,67 a A α	83,33 a A α	80,67 a A α	87,00 a A α
300 kg ha ⁻¹	85,00 a A α	89,67 a A α	96,00 a A α	97,00 a A α

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna (doses de nitrogênio), maiúscula nas linhas (doses de fósforo) e letras gregas nas linhas (doses de potássio) não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

nares das cultivares BRS Nordestina (Tabela 3) e BRS Paraguaçu (Tabela 4), ao longo do experimento, observa-se que a dosagem N₂ se sobressaiu sobre a dosagem N₁ com uma superioridade de 5,26; 2,63; 5,28; 6,64; 10,15; 8,04; 7,91 e 8,39 %, na BRS Nordestina, e de 4,76; 4,92; 5,67; 7,29; 5,76; 6,26; 6,24 e 7,54 % na BRS Paraguaçu, nas épocas 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 DAS, respectivamente.

A Figura 1 apresenta a evolução do diâmetro caulinar das cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu ao longo do experimento, em função das doses de N. Observa-se que o diâmetro do caule, ao longo do experimento, cresceu rapidamente dos 20 aos 80 DAS, correspondendo ao período de crescimento e florescimento; posteriormente, no período correspondente à plena frutificação, dos 100 aos 160 DS, os diâmetros caulinares cresceram lentamente. Comportamento semelhante foi observado por Costa et al. (2009) com a cultivar BRS Paraguaçu, que verificou crescimento rápido até os 75 DAS, em função das diferentes densidades de solo e níveis de adubação orgânica.

Os resultados encontrados sobre o diâmetro

caulinar aos 100 DAS da cultivar BRS Nordestina foram maiores que os observados por Silva et al. (2007) e menores que os observados por Diniz Neto et al. (2009b). Já para a cultivar BRS Paraguaçu, os valores obtidos na pesquisa assemelharam-se as constatações de Ribeiro et al. (2009) quando a adubaram com 40-90-60 kg ha⁻¹ NPK. Comparando-se os diâmetros obtidos aos 160 DAS, os quais foram 21,75 e 23,39 mm para as doses de N₁ e N₂, respectivamente, com aqueles obtidos por Fernandes et al. (2009) na cultivar BRS Nordestina recebendo 40-178-27 g Planta⁻¹ de N-P-K, um valor médio de 67 mm, observa-se que os valores registrados foram inferiores aos referidos autores.

As análises de variância do efeito dos tratamentos sobre a área foliar das cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu mostraram diferença significativa, em nível de 1 e 5% de probabilidade, apenas para as doses de N, ao longo do experimento (Tabelas 5 e 6).

A medição da área foliar da mamoneira é uma ação bastante significativa para a pesquisa, por se tratar da característica que melhor expressa a ade-

Tabela 3. Resumo da análise de variância e médias do diâmetro caulinar da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS Nordestina.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio							
		Dias após a semeadura							
		20	40	60	80	100	120	140	160
Bloco	2	0,53 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,30 ^{ns}
N	1	0,63 ^{ns}	0,42 ^{ns}	9,25**	9,25**	14,26**	16,83**	16,66**	22,23**
P	1	1,08 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,03 ^{ns}
K	1	0,51 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,45 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,63 ^{ns}
N*P	1	0,05 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,09 ^{ns}
N*K	1	0,07 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,18 ^{ns}	1,30 ^{ns}	2,34 ^{ns}
P*K	1	0,05 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,26 ^{ns}
N*P*K	1	0,35 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,150 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,45 ^{ns}
Resíduo	14	0,69	0,93	0,37	0,37	0,59	0,52	0,58	0,71 ^{ns}
CV (%)		13,41	8,33	3,16	3,16	3,48	3,33	3,49	3,74
Nitrogênio		Médias (mm)							
N ₁		6,40a	11,4a	15,69b	18,67b	20,48b	20,88b	21,10b	21,68b
N ₂		6,08a	11,7a	16,52a	19,91a	22,03a	22,56a	22,77a	23,60a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; ns= não significativo; **= significativo ao nível de 1% de probabilidade; *= significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Resumo da análise de variância e médias do diâmetro caulinar da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS Paraguaçu.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio							
		Dias após a semeadura							
		20	40	60	80	100	120	140	160
Bloco	2	0,61 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,16 ^{ns}	2,07 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,04 ^{ns}
N	1	0,00 ^{ns}	1,81 ^{ns}	5,13*	11,90**	8,64*	10,53*	9,75*	16,17*
P	1	0,8 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,87 ^{ns}	1,70 ^{ns}	4,25 ^{ns}	3,76 ^{ns}	1,35 ^{ns}
K	1	6,00 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,51 ^{ns}	4,33 ^{ns}	7,15 ^{ns}	6,30 ^{ns}	5,51 ^{ns}
N*P	1	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,88 ^{ns}	2,34 ^{ns}	1,76 ^{ns}	1,00 ^{ns}
N*K	1	0,0 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,26 ^{ns}	2,66 ^{ns}	3,30 ^{ns}	3,30 ^{ns}	2,87 ^{ns}
P*K	1	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,12 ^{ns}	7,26 ^{ns}	6,51 ^{ns}	8,28 ^{ns}	3,01 ^{ns}
N*P*K	1	1,81 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,26 ^{ns}
Resíduo	14	0,86	0,88	0,73	0,98	1,43	1,88	2,06	1,90 ^{ns}
CV (%)		13,41	7,33	5,07	4,95	5,60	6,32	6,53	6,11
Nitrogênio		Médias (mm)							
N ₁		6,51a	12,19a	16,39 b	19,34 b	20,81 b	21,06 b	21,30b	21,75 b
N ₂		6,82a	12,79b	17,32 a	20,75 a	22,01 a	22,38 a	22,63 a	23,39 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; ns= não significativo; **= significativo ao nível de 1% de probabilidade; *= significativo ao nível de 5% de probabilidade.

quação ou não das condições ambientais ao desenvolvimento da planta.

Mediante a análise da evolução da área foliar (Figura 2), os efeitos das doses N₁ e N₂ foram se intensificando ao longo do tempo, com crescimento acelerado até aos 100 DAS; posteriormente, dos 100 aos 120 DAS, para a dose de N₂, houve um aumento mais lento desta variável e, em seguida, até os 160

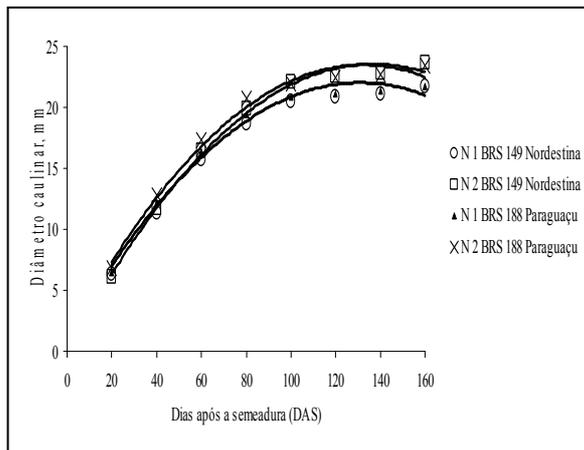


Figura 1. Diâmetro caulinar da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, em função dos dias após a semeadura e dos níveis de N.

DAS, houve diminuição da mesma; para a dose N₁, após os 100 DAS, houve diminuição da área foliar, discordando de Nascimento et al. (2010), que observaram que ocorreu um aumento linear dessa variável com o tempo até os 120 DAS, em todos os tratamentos relacionados com os níveis de calagem. O declínio da área foliar, provavelmente, ocorreu devido à senescência das folhas aliado ao fato dos assimilados pelas plantas, nesta época, estarem sendo translocados para satisfazerem as necessidades da frutificação.

Em geral, se constatou que a dose N₂ (300 kg ha⁻¹) se sobressaiu sobre a dose N₁ (200 kg ha⁻¹) em todas as idades estudadas.

A área foliar da cultivar BRS Nordestina, aos 80 DAS, para a dose de 200 kg ha⁻¹ de N, foi de 4673,87 cm², menor do que o valor de 5673,81 cm² obtido com 160 kg ha⁻¹ de N por Araujo et al. (2009); para a dose de 300 kg ha⁻¹, o valor obtido de 5716,22 cm² foi semelhante ao observado por estes autores, mostrando, porém, que o aumento das doses de N, no presente trabalho, não aumentou proporcionalmente à área foliar. Pesquisa conduzida por Ribeiro et al. (2009), testando o tratamento 200:90:60 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O na cultivar BRS Paraguaçu, mostrou que a área foliar, aos 140 DAS, foi de 2142,81cm². Ao comparar este resultado com os obtidos aos 140 DAS no presente trabalho, observou-se uma superioridade na ordem de 85,25% e

Tabela 5. Resumo da análise de variância e médias da área foliar da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS Nordestina.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Dias após a semeadura					
		60	80	100	120	140	160
Bloco	2	2162 ^{ns}	77156 ^{ns}	446873 ^{ns}	499589 ^{ns}	691413 ^{ns}	474331 ^{ns}
N	1	740295*	6518981*	15918343*	20430275*	6085844**	9212170**
P	1	66203 ^{ns}	20151 ^{ns}	48230 ^{ns}	63878 ^{ns}	210581 ^{ns}	41246 ^{ns}
K	1	78118 ^{ns}	122391 ^{ns}	980237 ^{ns}	50145 ^{ns}	1238630 ^{ns}	388 ^{ns}
N*P	1	89549 ^{ns}	414603 ^{ns}	1249 ^{ns}	796243 ^{ns}	12541 ^{ns}	1047997 ^{ns}
N*K	1	23513 ^{ns}	151717 ^{ns}	197125 ^{ns}	11544 ^{ns}	1835982 ^{ns}	37768 ^{ns}
P*K	1	56381 ^{ns}	551538 ^{ns}	4195 ^{ns}	743255 ^{ns}	581620 ^{ns}	1862 ^{ns}
N*P*K	1	146389 ^{ns}	115207 ^{ns}	2078305 ^{ns}	322 ^{ns}	137068 ^{ns}	754606 ^{ns}
Resíduo	14	145642	420159	362032	183437	766037	761086
CV (%)		35,41	12,48	12,16	9,03	18,25	17,39
N		Médias (cm ² planta ⁻¹)					
N ₁		3362,1b	4673,87b	4132,93b	3821,76b	4292,87b	3056,25b
N ₂		4472,9a	5716,22a	5761,75a	5667,03a	5300,00a	6974,62a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade GL= grau de liberdade; CV=coeficiente de variação; ns= não significativo; **= significativo ao nível de 1% de probabilidade; *=significativo ao nível de 5% de probabilidade; N₁= 200 kg/ha e N₂=300 kg/ha.

Tabela 6. Resumo da análise de variância e médias da área foliar da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivar BRS Paraguaçu.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Dias após a semeadura (DAS)					
		60	80	100	120	140	160
N	1	61565 ^{ns}	953064**	501230**	9528170 ^{ns}	2249528*	3167935*
P	1	10513 ^{ns}	822725 ^{ns}	500894 ^{ns}	1363600 ^{ns}	152456 ^{ns}	2151129 ^{ns}
K	1	91836 ^{ns}	1083639 ^{ns}	8747 ^{ns}	293183 ^{ns}	1448411 ^{ns}	1435 ^{ns}
N*P	1	2905 ^{ns}	69086 ^{ns}	53657 ^{ns}	189655 ^{ns}	2216 ^{ns}	683957 ^{ns}
N*K	1	38959 ^{ns}	749172 ^{ns}	1078164 ^{ns}	280939 ^{ns}	1929954 ^{ns}	249879 ^{ns}
P*K	1	258 ^{ns}	1856528 ^{ns}	1643496 ^{ns}	3784791 ^{ns}	4262191 ^{ns}	305453 ^{ns}
N*P*K	1	8879 ^{ns}	1031906 ^{ns}	242977 ^{ns}	728030 ^{ns}	148274 ^{ns}	101683 ^{ns}
Resíduo	14	360227	447844	398823	620871	412558	995108
CV (%)		15,38	13,08	13,04	16,72	15,02	21,07
Nitrogênio		Médias (cm ² planta ⁻¹)					
N ₁		3394,85b	4162,10b	4387,83b	4082,33b	3969,50b	3586,33b
N ₂		4407,81a	5422,43a	5301,82a	5342,51a	4581,81a	5884,13a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; GL= grau de liberdade; CV=coeficiente de variação; ns= não significativo; **= significativo ao nível de 1% de probabilidade; *=significativo ao nível de 5% de probabilidade; N₁= 200 kg/ha e N₂=300 kg/ha.

113,82%, respectivamente, referentes às dosagens N₁ e N₂. Os resultados obtidos na presente pesquisa com respeito às doses de P, como já mencionado, não apresentaram efeito estatístico significativo ao longo do período experimental, discordando de Almeida Junior et al. (2009), os quais verificaram efeito das doses de P (0; 3; 6; 9; 12 e 15 g planta⁻¹) sobre o desenvolvimento inicial da mamoneira aos 65 DAS, obtendo-se a maior área foliar (4954,8 cm²) com a dose de máxima eficiência física de 7,6 g de P planta⁻¹.

As doses de N sobre o peso de sementes por planta (PSP), para ambas as cultivares, tiveram efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade, concordando com Araújo et al. (2009) (Tabela 7). O PSP, mesmo utilizando doses maiores de N, foi inferior ao obtido por Diniz Neto et al. (2009a), com a mesma cultivar, utilizando 120 kg ha⁻¹ de N, em Pentecoste, CE

O PSP da cultivar Paraguaçu para os tratamentos que receberam 200 e 300 kg ha⁻¹ de N (151,51 e 185,92 g planta⁻¹ de N) foram maiores do que os 63,23 g obtido por Ribeiro et al. (2009) em plantas adubadas com 200 kg ha⁻¹ de N, 90 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Também foram maiores que os 75 g planta⁻¹ apresentados por Silva

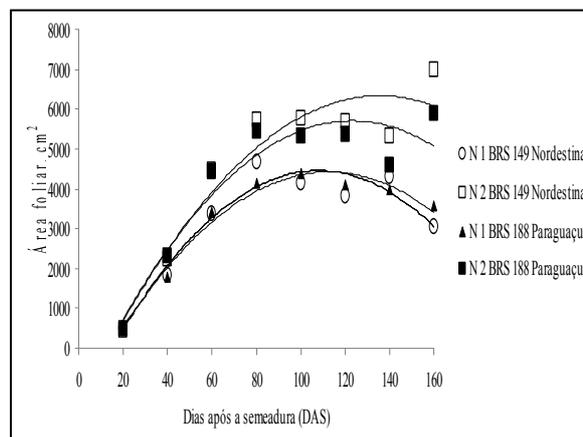


Figura 2. Área foliar da mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, em função dos dias após a semeadura e das doses de N.

et al. (2008) trabalhando com a mesma cultivar, irrigando as plantas com água de condutividade elétrica de 0,7 dS m⁻¹.

A presença de P e K e as interações duplas não tiveram efeito significativo sobre a produção.

Tabela 7. Resumo da análise de variância e peso de sementes por planta de mamoneira (*Ricinus communis* L.), cultivares BR Nordestina e BRS Paraguaçu.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		BRS 149 Nordestina	BRS 188 Paraguaçu
Bloco	2	698,84 ^{ns}	1254,08 ^{ns}
N	1	4450,19**	7103,94**
P	1	325,68 ^{ns}	73,88 ^{ns}
K	1	21,37 ^{ns}	2976,83 ^{ns}
N*P	1	107,65 ^{ns}	56,76 ^{ns}
N*K	1	285,17 ^{ns}	2227,4 ^{ns}
P*K	1	17,90 ^{ns}	85,01 ^{ns}
N*P*K	1	14,89 ^{ns}	42,96 ^{ns}
Resíduo	14	167,49	594,51
CV (%)		11,37	14,45
Nitrogênio			
		Médias (g)	
N ₁		100,19 b	151,51 b
N ₂		127,42 a	185,92 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns=não significativo; **= significativo ao nível de 1% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Dentre os nutrientes estudados, a aplicação de nitrogênio promove maior crescimento e produção para as duas cultivares estudadas;

A aplicação de fósforo e potássio não influencia no desenvolvimento do diâmetro caulinar, na área foliar e nem na produção das cultivares de mamoneira;

O tratamento N₁P₁K₁ (200-150-150 kg ha⁻¹) é o que promove a maior altura nas cultivares de mamoneira.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JUNIOR, A. B. et al. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira.

Revista Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 217-221, 2009.

ARAÚJO, D. L. et al. Crescimento da mamoneira cultivar BRS-149 Nordestina adubada com nitrogênio, fósforo e potássio. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 685-702, 2009.

COSTA, F. X. et al. Análise foliar da mamoneira com ênfase nos macronutrientes utilizando lixo orgânico e torta de mamona. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 205-219, 2009.

DINIZ NETO, M. A. et al. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. II – Componentes das fases vegetativas e reprodutivas. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 417-426, 2009b.

DINIZ NETO, M. A. et al. Adubação NPK e épocas de plantio para mamoneira. I – Componentes da produção e produtividade. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 578-587, 2009a.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p. (Documentos, 1).

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, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: EDUFAL, 3 ed. 2000. 422 p.

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P. Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Org.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2007. cap. 8, p.169-194.

NASCIMENTO, A. H. C. et al. Desenvolvimento da mamoneira com diferentes níveis de calagem em um Latossolo Vermelho-Amarelo compactado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 2, p. 163-169, 2010.

RIBEIRO, S. et al. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 465-473, 2009.

SEVERINO, L. S. et al. 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. et al. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1357-1359, 2007.

SILVA, S. M.S. 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

SOUZA, K. S. et al. Avaliação dos componentes de produção da mamoneira em função de doses de calcário e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 116-122, 2009.

WENDT, C. W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castor (*Ricinus communis* L.), and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). **Agronomy Journal**, v. 59, n. 5, p. 485-487, 1967.