

Adubação Nitrogenada para Cultivares de Mamona no Rio Grande do Sul





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1981-5980

Dezembro, 2008

versão
ON LINE

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 77

Adubação Nitrogenada para Cultivares de Mamona no Rio Grande do Sul

Walkyria Bueno Scivittaro
Jaqueline Pereira Machado
Rosa Maria Vargas Castilhos
Sérgio Delmar dos Anjos e Silva

Pelotas, RS
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Luís Antônio Suíta de Castro
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisor de texto: Sadi Macedo Sapper
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica: Oscar Castro
Arte da capa: Oscar Castro

1a edição
1a impressão (2008): 50 exemplares

Todos os direitos reservados
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Adubação Nitrogenada para Cultivares de Mamona no Rio Grande do Sul /
Walkyria Bueno Scivittaro... [et al.]. -- Pelotas: Embrapa Clima emperado,
2008.
36 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e
Desenvolvimento, 77).

ISSN 1678-2518

Mamona - Cultivar - 'AL Guarany 2002' - 'Lyra' - Ricino - *Ricinus communis* - Fertilizante nitrogenado - Estado nutricional — Produtividade. I. Scivittaro, Walkyria Bueno. II. Série.

CDD 633.85

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	14
Conclusões	31
Referências	31

Adubação Nitrogenada para Cultivares de Mamona no Rio Grande do Sul

Walkyria Bueno Scivittaro¹
Jaqueline Pereira Machado²
Rosa Maria Vargas Castilhos³
Sérgio Delmar dos Anjos e Silva¹

Resumo

O cultivo de mamona está sendo incentivado no Rio Grande do Sul para atender a demanda crescente de matéria-prima para a produção de biodiesel. O desenvolvimento da cultura requer o aprimoramento de tecnologias de produção, como o estabelecimento de recomendações de adubação regionalizadas. Realizou-se um estudo para avaliar a resposta de duas cultivares de mamoneira à adubação nitrogenada. O estudo foi desenvolvido na safra agrícola 2007/08, em um Planossolo Háplico, no município de Pelotas, RS. Os tratamentos compreenderam as cultivares: AL Guarany 2002,

¹Eng.(a) Agrôn.(a), Dr.(a), Embrapa Clima Temperado, BR 392 km 78 Caixa Postal 403 CEP 96001-970 Pelotas, RS. (wbscivit@cpact.embrapa.br), (sergio@cpact.embrapa.br)

² Eng.(a) Agrôn.(a), mestranda do Curso de Solos da FAEM-UFPel, Campus Universitário Caixa Postal 354 CEP 90010-900 Pelotas, RS. Bolsista da Fapeg. (jaqpmachado@yahoo.com.br)

³ Eng.(a) Agrôn.(a), Dra., Prof. Adj. do Depto. de Solos da FAEM-UFPel, Campus Universitário. Caixa Postal 354 CEP 90010-900 Pelotas, RS. (rosamvc@ufpel.edu.br)

de porte e ciclo médio, e Lyra, híbrido de porte baixo e ciclo precoce, e cinco doses de nitrogênio (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha⁻¹), associadas a doses fixas de fósforo e potássio (90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O). Esses foram dispostos em delineamento blocos ao acaso, em esquema fatorial, com três repetições. O fertilizante nitrogenado (uréia) foi aplicado em pré-semeadura (30 kg ha⁻¹ de N) e o restante, quando previsto pelo tratamento, em cobertura (35 dias após a emergência). Avaliaram-se o estado nutricional e desempenho produtivo da cultura e a fertilidade do solo após o cultivo da mamoneira. A adubação nitrogenada alterou os teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre, boro, ferro e manganês da mamoneira, sendo o efeito diferenciado entre as cultivares AL Guarany 2002 e Lyra, para os nutrientes nitrogênio e boro. Os teores de potássio, magnésio, cobre e ferro no tecido foliar da cultivar AL Guarany 2002 foram superiores ao da 'Lyra'. O uso de até 100 kg ha⁻¹ de N promoveu o crescimento da mamoneira. A adubação nitrogenada aumentou a produtividade da mamoneira, sendo as doses de máxima eficiência técnica e econômica, respectivamente, 84,3 e 76,6 kg ha⁻¹ de N.

Termos para indexação: *Ricinus communis*, 'AL Guarany 2002', 'Lyra', nitrogênio, adubo, estado nutricional, produtividade.

Nitrogen Fertilization to Castor Bean Cultivars in Rio Grande do Sul State, Brazil

Abstract

In the State of Rio Grande do Sul, Brazil, castor bean crop has been stimulated in order to supply raw material to actual increasing demands for biodiesel production. Crop expansion depends on improvement of management practices, among them the establishment of fertilization recommendations for distinct regions. An experiment was carried out on a Planossolo Háplico (Albaqualf), from Dezember 2007 to June 2008, in Pelotas, RS, Brazil, to evaluate the effect of nitrogen fertilization on two castor bean cultivars. The treatments were arranged as a randomized complete block with two castor bean cultivars (AL Guarany 2002 and Hybrid Lyra) and five nitrogen rates (0; 30; 60; 90; and 120 kg ha⁻¹) in a factorial design with three replications. Doses of applied phosphorus and potassium were, respectively, 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ and 90 kg K₂O ha⁻¹. Nitrogen fertilizer (urea) application was divided between the sown (30 kg N ha⁻¹) and the remainder dose was used topdressing (35 days after plant emergence). It was evaluated nutritional status and yield performance of castor bean, and soil fertility after harvest. Nitrogen fertilization altered nitrogen; phosphorus; sulfur; boron; iron and manganese leaf content. For the nitrogen and boron leaf content, observed effect was different between 'AL Guarany 2002' and 'Lyra'. Potassium, magnesium, copper and

iron leaf content of cv. AL Guarany 2002 were greater than cv. Lyra. The use of until 100 kg N ha⁻¹ promoted castor bean plant grown. Nitrogen fertilization increased castor bean grain yield. Maximum technical efficiency dose and maximum economic efficiency dose determined, were respectively 84.3 kg N ha⁻¹ and 76.6 kg N ha⁻¹.

Index terms: Ricinus communis, 'AL Guarany 2002', 'Lyra', nitrogen, fertilizer, nutritional state, yield.

Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta oleaginosa de origem tropical, explorada comercialmente entre as latitudes 40°N e 40°S (AMORIM NETO et al., 2001). Na atualidade, é cultivada em mais de 15 países, embora 85% da produção sejam originadas na Índia e China. O Brasil ocupa o terceiro lugar em produção, com uma participação bem menos expressiva – cerca de 8% (MAMONA, 2008). O País deteve a hegemonia de principal produtor mundial até o início da década de 80, perdendo-a devido ao aumento da produção dos principais países concorrentes e à dificuldade de relacionamento comercial entre indústria e produtor, aliada a quebras de safra por adversidades climáticas (SAVY FILHO, 2005).

Tradicionalmente, a produção de mamona no Brasil visava a produção de óleo, seu principal produto, com utilização exclusivamente industrial, mas bastante diversificada, incluindo desde lubrificantes, plásticos e resinas até produtos bem mais elaborados oriundos das indústrias farmacêutica, de cosmético e aeronáutica (FREIRE, 2001). Mais recentemente, porém, com a instituição do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), que preconiza a adição de percentuais crescentes de combustíveis derivados de óleos vegetais ao diesel, a produção de mamona e de outras oleaginosas, passou a ser fortemente estimulada, visando à diversificação da matriz energética e à redução da poluição gerada pelo uso de combustíveis fósseis (HOLANDA, 2004; BRASIL, 2005). Assim, o cultivo da mamoneira, que se concentrava na região Nordeste, particularmente na Bahia, Ceará e Piauí, e em Minas Gerais, São Paulo e Paraná (SAVY FILHO, 2005), disseminou-se para outros Estados.

Por essa razão, nos últimos anos, o Rio Grande do Sul tem recebido inúmeros incentivos governamentais para intensificar o cultivo de mamona, especialmente como alternativa para a pequena propriedade. O sucesso dessa iniciativa mostrou estar condicionado à geração e transferência de tecnologias para a produção da matéria-prima, à organização da cadeia produtiva e ao aprimoramento do processo industrial. No que toca ao primeiro aspecto relacionado, uma deficiência marcante refere-se ao estabelecimento de recomendações de adubação para a mamoneira específicas para as condições agroecológicas do Estado. As adubações ora praticadas nos cultivos comerciais resultam, basicamente, da adaptação de indicações estabelecidas para outras regiões produtoras do País ou de observações práticas. Isto pode estar subestimando, ou ainda, superestimando as exigências nutricionais da cultura, limitando a expressão de seu potencial de produtividade e, até mesmo, afetando a qualidade do produto final.

Resultados de pesquisas realizadas em outras regiões do País indicam que a mamoneira é sensível à acidez do solo (SOUZA & NEPTUNE, 1976; SAVY FILHO, 1996; LIMA et al., 2007) e bastante responsiva à adubação (CANECCHIO FILHO & FREIRE, 1958; CANECCHIO FILHO et al., 1963; NAKAGAWA et al., 1974; SOUZA & NEPTUNE, 1976; SEVERINO et al., 2006). Em grande parte, essas características estão associadas à sua demanda nutricional elevada, especialmente de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, exportando, em média, 38 kg de N; 9 kg de P_2O_5 ; 10 kg de K_2O ; 7 kg de CaO e 9 kg de MgO por tonelada de sementes produzida (SAVY FILHO, 1995).

Entre os macronutrientes primários, o fósforo (P) destaca-se como o elemento de maior relevância na produção da mamoneira (SOUZA et al., 1984; NAKAGAWA et al., 1986), o que está associado tanto à baixa eficiência de absorção de fósforo da cultura (SOUZA et al., 1985), como à elevada capacidade de retenção do nutriente dos solos onde se concentraram os experimentos de adubação fosfatada realizados. Quanto ao potássio (K), os resultados obtidos são mais restritos e

bem menos expressivos, tendo sido determinadas respostas negativas ou nulas ao nutriente (CANECCHIO FILHO & FREIRE, 1958; CANECCHIO FILHO et al., 1963; DONEDA et al., 2007;) e, em alguns casos, positivas (CANECCHIO FILHO et al., 1958; SEVERINO et al., 2006; MACHADO et al., 2007).

Para o nitrogênio (N), a resposta da mamoneira à adubação é variável, ocorrendo, por vezes, efeito positivo, principalmente quando em presença de outros nutrientes (CANECCHIO FILHO & FREIRE, 1958; CANECCHIO FILHO et al., 1963; SOUZA et al., 1975; SEVERINO et al., 2006; DONEDA et al., 2007; SILVA et al., 2007), e, em outras, a resposta ao nitrogênio não se manifesta (SOUZA et al., 1974; NAKAGAWA et al., 1974; SEVERINO et al., 2005). Vale acrescentar que a adubação nitrogenada em excesso, assim como o cultivo em solos de fertilidade elevada, pode ser prejudicial à mamoneira, particularmente para as cultivares de porte médio e crescimento indeterminado, por provocar o crescimento vegetativo excessivo em detrimento da produção (AZEVEDO et al., 1997).

Pela carência de informações de pesquisa locais e considerando-se o cenário atual de preços elevados e ascendentes dos fertilizantes, realizou-se o presente estudo, que teve por objetivo avaliar a resposta das cultivares de mamona AL Guarany 2002, de porte e ciclo médios, e Lyra, de porte baixo e ciclo precoce, à adubação nitrogenada nas condições edafoclimáticas da região Sul do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O estudo foi realizado de dezembro de 2007 a julho de 2008, em área de produção comercial de mamona, situada na localidade de Monte Bonito, município de Pelotas, RS. O clima da região é caracterizado, segundo a classificação de Köppen, como Cfa – temperado quente, com ausência de estação seca definida e com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (VIANELLO & ALVES, 1991). O solo da área experimental, um

Planossolo Háplico (SANTOS et al., 2006), apresentava as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20cm, por ocasião da instalação do experimento: $\text{pH}_{(\text{águá})}$: 5,8; 20 g dm^{-3} de MO; 5,9 mg dm^{-3} de P; 82 mg dm^{-3} de K; 0,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Al; 3,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Ca; 1,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Mg e saturação por bases de 56%. Os teores de matéria orgânica, fósforo e potássio são interpretados, respectivamente, como baixo, baixo e alto conforme CQFS-RS/SC (2004).

Os tratamentos compreenderam as combinações de duas cultivares de mamona (AL Guarany 2002 – hábito arbustivo, porte médio, planta ramificada com angulação bem fechada, coloração das hastes roxa-avermelhada com cerosidade, fruto indeiscente com espinhos e ciclo de aproximadamente 180 dias até a colheita de cachos terciários; e o híbrido Lyra – porte baixo, inflorescência com alta porcentagem de flores femininas, fruto indeiscente e ciclo precoce, de cerca de 140 dias) e de cinco doses de nitrogênio (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha^{-1}). Estes foram dispostos em delineamento blocos ao acaso, em esquema fatorial, com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de planta, com oito metros de comprimento. A parcela útil compreendeu as plantas contidas nas duas linhas centrais, desconsiderando-se aquelas posicionadas nas duas extremidades.

O experimento foi implantado em sistema convencional de preparo do solo. Para a 'AL Guarani', utilizou-se um espaçamento de 1,6m x 0,8m e para a 'Lyra', um espaçamento de 0,8m x 0,5m. A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se duas sementes por cova. Estas foram previamente tratadas com carbendazim/tiram (300 mL de p.c./100 kg sementes). Quinze dias após a emergência das plântulas, realizou-se desbaste, mantendo-se uma planta por cova.

A adubação de semeadura compreendeu a aplicação de 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 60 kg ha^{-1} de K_2O , como superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Quando previsto pelo tratamento, aplicaram-se, ainda, nesta ocasião, 30 kg ha^{-1} de

N, como uréia. Esses fertilizantes foram aplicados a lanço, em área total, e incorporados ao solo manualmente com rastelo. Trinta e cinco dias após a emergência das plantas, realizou-se uma adubação em cobertura, localizada junto às linhas de semeadura, com 30 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e o restante da adubação nitrogenada (uréia) prevista pelos tratamentos.

O controle de plantas daninhas foi realizado em pós-emergência, utilizando-se o herbicida sethoxydim, na dose de 320 g ha⁻¹, misturado a óleo mineral (0,5% do volume de calda). Complementarmente, durante o período de interferência de plantas daninhas (40 dias após a emergência), realizaram-se capinas periódicas da área experimental com roçadora manual (THEISEN & ANDRES, 2007). Como tratos culturais adicionais, realizaram uma aplicação do inseticida deltametrina (177 g ha⁻¹), para o controle de lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), e uma aplicação do fungicida tiofanato metílico (49 g/100 L), para o controle de mofo-cinzeno, causado por *Botrytis ricini* (UENO, 2007).

Para a avaliação do estado nutricional da planta, realizou-se a coleta da quarta folha a partir do ponteiro de 12 plantas de cada unidade experimental, por ocasião da emissão do primeiro cacho. Para a análise química, utilizou-se exclusivamente o limbo das folhas, descartando-se a nervura central (MALAVOLTA et al., 1997). O material vegetal remanescente foi secado em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até massa constante. Após, foi moído e submetido a análises químicas, determinando-se os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, seguindo procedimentos descritos em Freire (2001).

Ao final do ciclo da cultura, determinaram-se a altura de plantas e de inserção do primeiro rácemo (influrescência), considerando-se dez plantas da parcela útil escolhidas ao acaso. A colheita dos rácemos foi realizada manualmente, com

auxílio de tesoura de poda, em duas etapas para a 'Lyra' e em três etapas para a 'AL Guarany 2002', em função da maturação progressiva dos cachos. Após, estes foram secados em secador à temperatura de 55°C a 60°C, para uniformização da umidade. Na seqüência, realizou-se o desprendimento, pesagem e descascamento manual dos frutos, que foram novamente pesados para a determinação do rendimento casca:grão. Foi determinada, ainda, a massa de 100 grãos. Concluída a colheita, amostrou-se o solo das parcelas experimentais individualmente, considerando-se as linhas e entre linhas, para a avaliação da fertilidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativa ao nível de 5%, procedeu-se a comparação das médias de cultivares de mamoneira, pelo teste de Duncan (5%), e a análise de regressão polinomial (5%), para comparação de doses de nitrogênio.

Resultados e Discussão

Estado nutricional da mamoneira

Significância da interação entre os fatores cultivar e dose de nitrogênio foi determinada apenas para os teores foliares de nitrogênio e boro. Porém, verificou-se efeito isolado do fator dose de N para os nutrientes fósforo, enxofre e ferro, e do fator cultivar, para potássio, magnésio, cobre e ferro. Os teores foliares de cálcio, manganês e zinco não sofreram influência dos tratamentos, apresentando, respectivamente, como valores médios no experimento, 12 g kg⁻¹; 135 mg kg⁻¹ e 42 mg kg⁻¹. O teor de cálcio determinado é inferior à faixa de suficiência estabelecida para a cultura, de 15 a 25 g kg⁻¹ (MALAVOLTA et al., 1997). Atribui-se este resultado ao teor baixo de cálcio trocável no solo (CQFS-RS/SC, 2004) e à ausência de calagem da área experimental. Assim, o aporte do nutriente ao solo restringiu-se ao cálcio contido no superfosfato triplo, fonte de fósforo utilizada na adubação das plantas. Quanto aos micronutrientes

manganês e zinco, não se dispõe na literatura de referências indicando os teores foliares adequados para a mamoneira. A comparação dos resultados obtidos de manganês com os registros disponíveis – 115 mg kg⁻¹, para a cultivar AL Guarany 2002 (LÉLES, 2008), e 139 mg kg⁻¹, para a cultivar IAC 80 (PAULO et al., 1989) – indica semelhança de valores. Vale ressaltar que, neste e nos demais estudos considerados, as plantas não apresentaram sintomas visuais de desordem nutricional associada ao manganês. Também para o zinco, os teores foliares encontrados foram próximos àqueles determinados em outros estudos na ausência de restrição em fertilidade do solo, quais foram: 43 mg kg⁻¹ (SOUZA & NATALE, 1997); 49 mg kg⁻¹ (LÉLES, 2008). Porém, foram bastante superiores àqueles reportados por Hocking (1982), 14 mg kg⁻¹, e Lange et al. (2005), 9 mg kg⁻¹, respectivamente, para plantas desenvolvidas em solo de baixa fertilidade e cuja amostra analisada foi constituída pelo limbo de todas as folhas da mamoneira.

Com relação ao teor de nitrogênio na folha da mamoneira, as cultivares AL Guarany 2002 e Lyra distinguiram-se entre si na ausência e com a aplicação de 60 e 90 kg ha⁻¹ de N. Para estes níveis de adubação nitrogenada, os teores foliares de N sempre foram maiores na cultivar AL Guarany 2002 (Tabela 1), indicando sua elevada capacidade de absorção do nutriente do meio de cultivo, visto se tratar de uma cultivar de porte maior que a 'Lyra' e, portanto, sujeita à ocorrência de efeito de diluição mais intenso. A exceção do tratamento com a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N, para a cv. Lyra, todos os demais proporcionaram suficiência de N na planta (MALAVOLTA et al., 1997), confirmando o elevado potencial de absorção de nutrientes da mamoneira, mesmo na ausência de adubação (SAVY FILHO, 1998).

Tabela 1. Teor de nitrogênio na folha de mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Cultivar	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
	0	30	60	90	120
	----- g kg ⁻¹ -----				
AL Guarany	51,7 a	55,5 a	55,5 a	53,1 a	51,2 a
Lyra	43,3 b	54,7 a	42,1 b	33,9 b	48,3 a
CV (%) = 8,0					

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

O efeito da variação na dose de N sobre o teor foliar do nutriente na mamoneira manifestou-se, apenas, para a cultivar Lyra, ajustando-se a um modelo cúbico (Figura 1), com elevação do teor do nutriente até a dose de 30 kg ha⁻¹ de N, seguida de decréscimo no intervalo de 30 a 90 kg ha⁻¹ de N e, por novo aumento com o uso de 120 kg ha⁻¹ de N. Este comportamento reflete a variação na disponibilidade de nitrogênio no solo e no crescimento das plantas decorrentes do aumento na dose utilizada do nutriente.

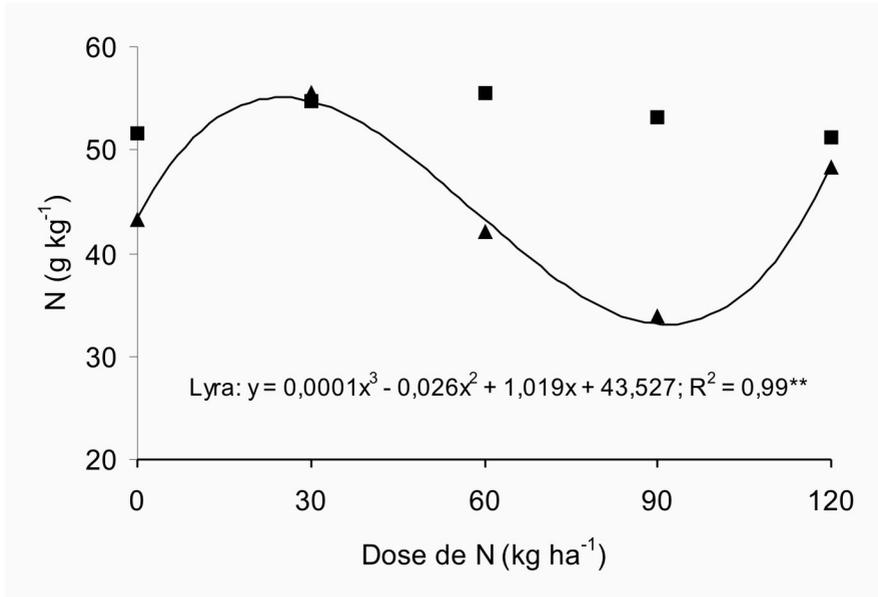


Figura 1. Teor de nitrogênio na folha de mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Independentemente da cultivar, a influência da adubação nitrogenada sobre o teor de fósforo no tecido foliar na mamoneira foi descrita por modelo cúbico. À semelhança do verificado para a variável teor de N, houve aumento na concentração foliar de P no intervalo entre 0 e 30 kg ha⁻¹ de N, com decréscimo no intervalo de 30 a 90 kg ha⁻¹ de N, seguido de nova elevação nos valores a partir desta última dose (Figura 2). Este comportamento reflete, por um lado, a interação sinérgica entre N e P, segundo a qual a adição de fertilizante nitrogenado, particularmente na forma amoniacal, promove aumento da absorção de fósforo pela planta (HANWAY e OLSON, 1980), mesmo em solos com elevada disponibilidade deste último (KAMPRATH, 1987) e, por outro, efeito de diluição, com redução nos teores de P no tecido foliar em decorrência do maior crescimento da planta.

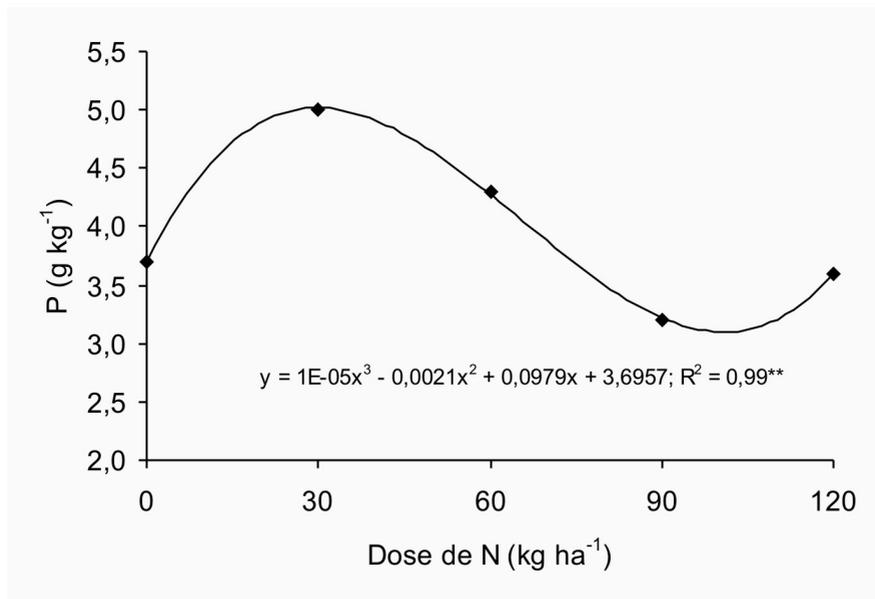


Figura 2. Teor de fósforo na folha de mamoneira em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

De forma geral, os teores foliares de fósforo determinados estiveram dentro da faixa de suficiência estabelecida para a cultura, de 3 a 4 g kg⁻¹ (MALAVOLTA et al., 1997), tendo-a superado no intervalo de doses de 30 a 60 kg ha⁻¹ de N. Os teores dos cátions potássio, magnésio, cobre e ferro no tecido foliar da cultivar AL Guarany 2002 foram superiores àqueles determinados para a cultivar Lyra (Tabela 2), confirmando inferência anterior relativa a maior capacidade de absorção de nutrientes da primeira cultivar, relativamente ao híbrido 'Lyra'. Dentre esses cátions, apenas o ferro teve sua absorção influenciada pela adubação nitrogenada; os dados foram ajustados por modelo quadrático, com valor mínimo correspondente à dose de 70 kg ha⁻¹ de N (Figura 3).

Tabela 2. Teores de potássio, magnésio, cobre e ferro na folha de mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra.

Cultivar	K	Mg	Cu	Fe
	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	
AL Guarany	25,4 a	3,0 a	14 a	152 a
Lyra	21,2 b	2,7 b	11 b	131 b
CV (%)	10,9	9,6	10,1	10,4

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

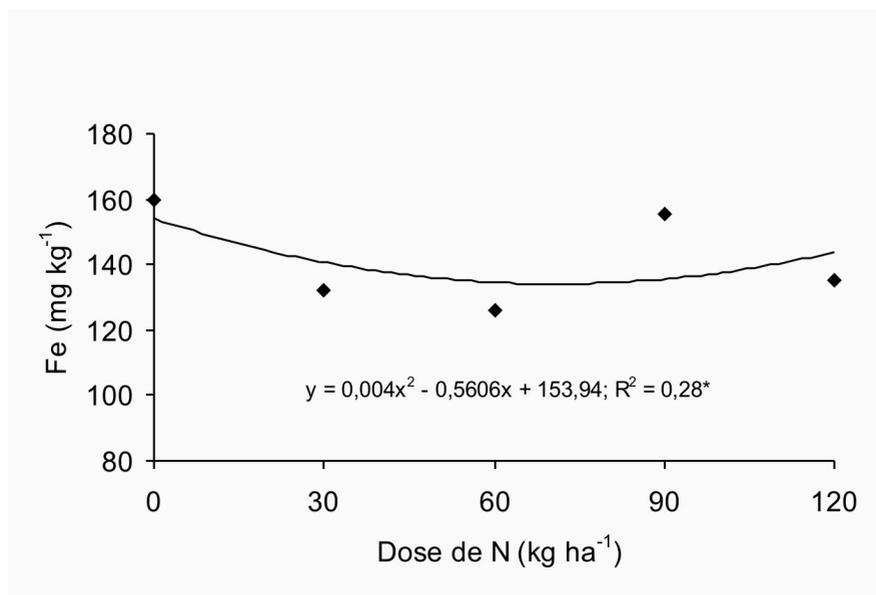


Figura 3. Teor de ferro na folha de mamoneira em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

A concentração de enxofre no tecido foliar da mamoneira decresceu com o aumento da dose de nitrogênio fornecida à cultura (Figura 4), efeito este que deve estar associado ao estímulo do crescimento da planta em resposta ao aumento da adubação nitrogenada, concorrendo para a diluição dos teores foliares de S.

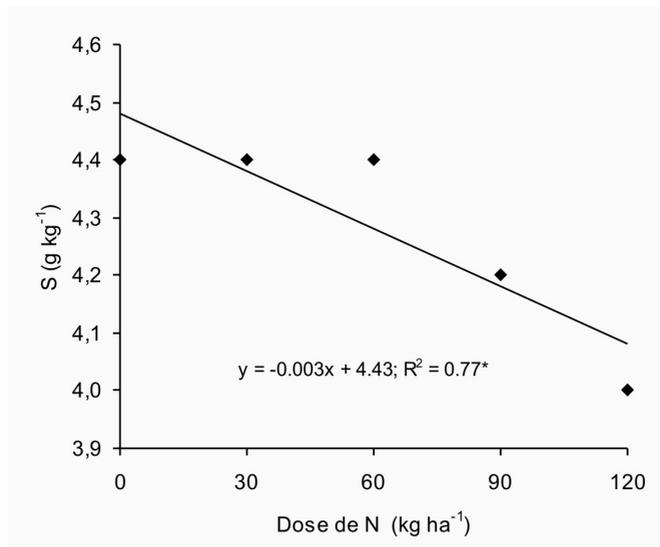


Figura 4. Teor de enxofre na folha de mamoneira em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

A despeito do alto teor inicial de potássio no solo e da adubação potássica realizada, os teores foliares de potássio em ambas as cultivares de mamoneira foram inferiores ao nível crítico, de 30 g kg^{-1} de K, estabelecido para a mamoneira. Possivelmente, este comportamento esteja associado à diversidade na eficiência de utilização de potássio entre as cultivares ora utilizadas e as mais antigas, que geraram tal indicação. Por outro lado, independentemente da cultivar ou nível de adubação nitrogenada utilizada, determinou-se adequação dos teores de magnésio e de enxofre no tecido foliar da mamoneira ao se considerarem as faixas de suficiência preconizadas por Malavolta et al. (1997).

A exceção da dose de 120 kg ha^{-1} de N, o teor de boro no híbrido 'Lyra' foi superior ao da 'AL Guarany 2002' (dados não apresentados). Ademais, apenas a 'Lyra' sofreu influência da dose de N utilizada na adubação; os dados ajustaram-se a um modelo quadrático, com valor máximo correspondente à dose de 28 kg ha^{-1} de N (Figura 5). De forma geral, estes resultados

indicam que, para a 'Lyra', a variação no teor foliar de B acompanhou as variações no porte da planta, decrescendo à medida em que se elevou a dose de N e, conseqüentemente, seu crescimento.

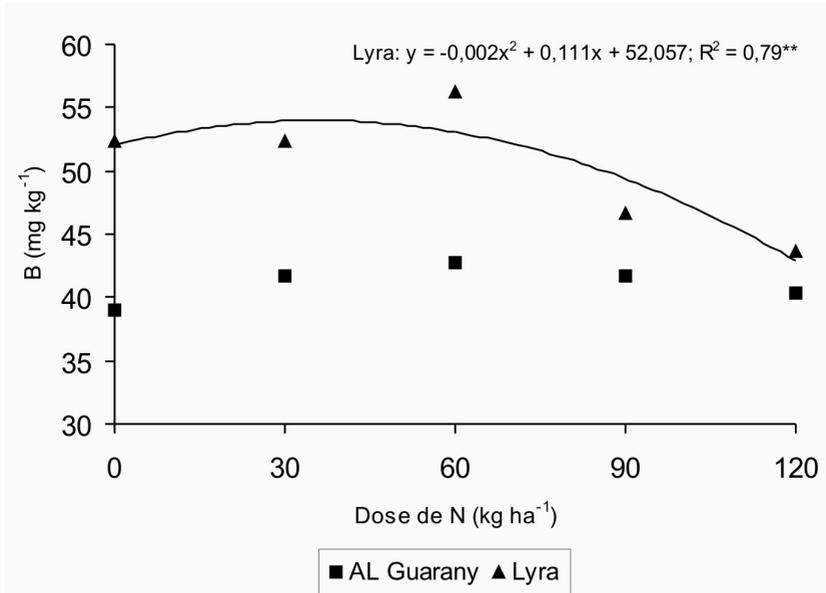


Figura 5. Teor de boro na folha de mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Assim como para manganês e zinco, não se verificou sintomatologia visual de deficiência ou excesso dos micronutrientes boro, cobre e ferro nas plantas de mamoneira de ambas as cultivares avaliadas. As faixas de teores de boro determinadas para as cultivares AL Guarany 2002 e Lyra aproximaram-se e superaram, respectivamente, aquela reportada por Léles (2008), de 36 a 39 mg kg⁻¹ de B, para a 'AL Guarany 2002. Quanto aos teores foliares de cobre e de ferro, a comparação com os dados médios obtidos de Léles (2008), 7 mg kg⁻¹ de Cu e 756 mg kg⁻¹ de Fe, indica superioridade para cobre e inferioridade para ferro. Quanto a este último nutriente, ressalta-se, porém, que o trabalho reportado foi realizado em um Latossolo Vermelho distrófico, rico em ferro.

Crescimento e desempenho produtivo da mamoneira

Entre as variáveis associadas ao crescimento e desempenho produtivo da mamoneira, apenas a massa de 100 grãos foi influenciada pela interação dos fatores cultivar e dose de N. A altura de plantas e o rendimento casca:grão sofreram efeito de ambos os fatores isoladamente, enquanto que a altura de inserção do primeiro cacho variou exclusivamente entre cultivares e a produtividade de grãos, com a dose de nitrogênio.

As plantas da 'AL Guarany 2002' apresentaram maior estatura relativamente às do híbrido 'Lyra' (Tabela 3), refletindo a diversidade de porte das duas cultivares; a primeira de porte médio e a segunda de porte baixo (SAVY FILHO, 2005). Ressalta-se que ambas as cultivares não atingiram o porte médio preconizados por seus obtentores, 1,60 a 2,60m, para a 'AL Guarany 2002', e em média 1,60m, para a 'Lyra', o que provavelmente está associado a restrições edafoclimáticas do local de cultivo, prioritariamente relacionadas à pluviosidade. Da mesma forma, a altura de inserção do primeiro cacho, característica que reflete a precocidade da cultivar (SEVERINO et al., 2006), da 'AL Guarany 2002' foi maior que para a 'Lyra', expressando a variabilidade de seu ciclo, respectivamente, de 180 e 140 dias até a colheita dos cachos terciários (SAVY FILHO, 2005) (Tabela 3).

Tabela 3. Altura de planta e de inserção do primeiro cacho e rendimento casca/grão da mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra.

Cultivar	Altura planta ----- m -----	Altura 1° cacho -----	Casca/grão %
AL Guarany	1,51 a	0,55 a	75% a
Lyra	1,18 b	0,32 b	73% b
CV (%)	9,5	16,0	1,9

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Com relação a essas duas características agronômicas, vale acrescentar que, embora estejam intimamente associadas ao material genético, são influenciadas, também, pelas condições locais de cultivo, que podem atenuar ou intensificar a expressão do potencial genético das cultivares, garantindo ou inviabilizando a produção em diferentes regiões. Um exemplo disso refere-se às cultivares híbridas comerciais, como a 'Lyra', que se compõem de material desenvolvido para o plantio no cerrado, como cultura de "safrinha", em sucessão à soja ou ao milho, para a colheita mecanizada, condição esta viabilizada pela baixa altura de planta e pela precocidade desses materiais (SEMENTES ITAQUERÊ, 2004).

Independentemente da cultivar, o uso de adubação nitrogenada proporcionou aumento na estatura das plantas, ratificando resultados obtidos por Nakagawa e Neptune (1971); Severino et al. (2006) e Silva et al. (2007), que reportaram benefício da aplicação do nutriente sobre o crescimento da mamoneira. Os dados obtidos ajustaram-se a modelo quadrático, com valor máximo de 1,50m, correspondente à aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N (Figura 6). Em parte, tal comportamento distingue-se das observações de Azevedo et al. (2001) e de Severino et al. (2006) relativas ao crescimento vegetativo demasiado da planta em detrimento da produção de grãos, quando do uso de adubação nitrogenada excessiva, particularmente para cultivares de porte médio a alto, visto que as cultivares utilizadas não atingiram o porte médio a elas preconizados.

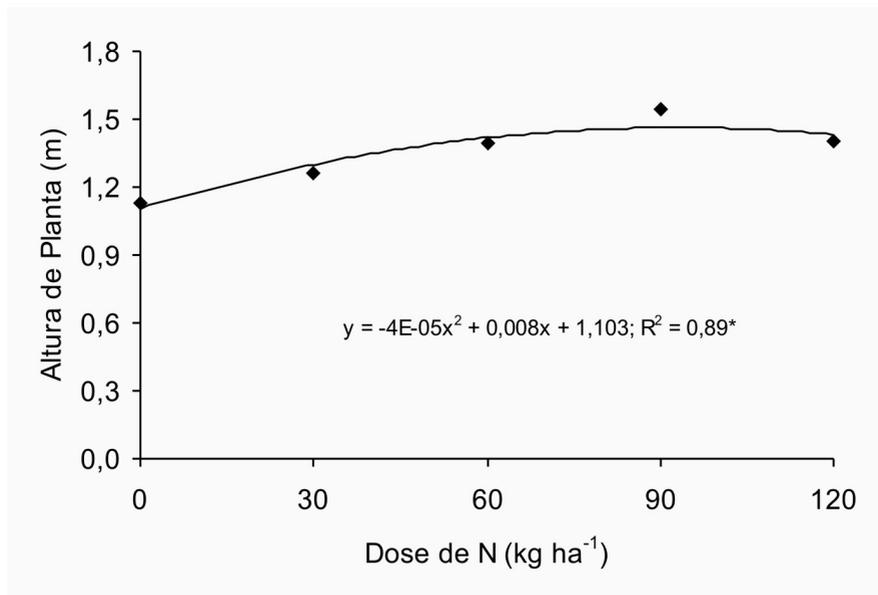


Figura 6. Altura da mamoneira em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Apesar do potencial de produtividade distinto entre as cultivares avaliadas, 1000 a 2500 kg ha⁻¹, para AL Guarany 2002, e 1600 kg ha⁻¹, para Lyra, (SAVY FILHO, 2005), estas não diferiram significativamente entre si quanto ao desempenho produtivo nas condições experimentais do presente estudo. Também a resposta de ambas as cultivares à aplicação de nitrogênio foi semelhante, sendo descrita por modelo quadrático (Figura 7). A partir do modelo ajustado, determinaram-se as doses de máxima eficiência técnica e econômica, esta última considerando-se os preços do fertilizante nitrogenado e do produto relativos a novembro de 2008, que foram bastante próximas, respectivamente, 84,3 e 76,6 kg ha⁻¹ de N. Atribui-se essa semelhança à grande valorização da mamona no mercado atual, visto que os preços dos fertilizantes também se encontram em patamares bastante elevados, desde o final da última safra agrícola.

A resposta em produtividade à adubação nitrogenada observada foi bastante próxima àquela obtida por Silva et al. (2007), para o híbrido 'Sara', sob plantio direto, em um Neossolo Quartzarênico no Mato Grosso do Sul, que determinaram dose de máxima eficiência técnica de 80 kg ha⁻¹ de N. Porém, superou o valor médio de 60 kg ha⁻¹ de N, encontrado por Severino et al. (2006), para a 'BRS 149 Nordestina', em solo de baixa fertilidade do Ceará, e por Doneda et al. (2007), para o híbrido 'Lyra', em um Latossolo Vermelho distrófico típico da região Norte do Rio Grande do Sul. Quanto a este fato, ressalta-se a rusticidade da cultivar BRS 149 Nordestina, utilizada pelos primeiros autores, possivelmente conferindo-lhe maior eficiência de utilização de N, e o fato de o segundo estudo ter sido realizado em solo com teor de matéria orgânica mais elevado (39 g dm⁻³), onde a expectativa de resposta à aplicação do nutriente é menor.

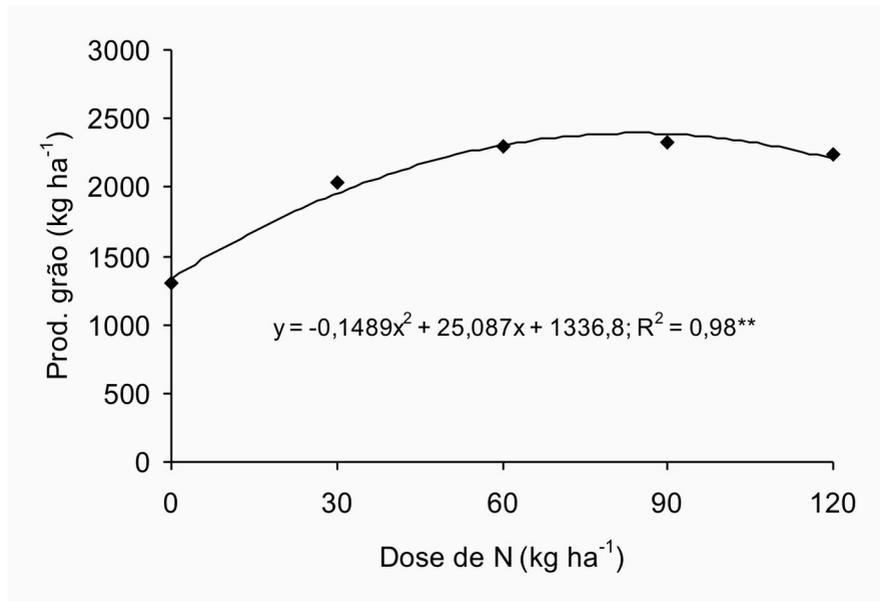


Figura 7. Produtividade de grãos da mamoneira em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Os resultados deste e dos estudos mais recentes relatados indicam benefício da adubação nitrogenada sobre o desempenho produtivo de cultivares modernas de mamoneira, embora a magnitude da resposta seja dependente de fatores como a disponibilidade do nutriente no meio do cultivo, características da cultivar utilizada e adequação das condições climáticas e de outras práticas de manejo da cultura. Ademais, confirmam dados anteriores obtidos com cultivares mais tradicionais e de menor potencial de produtividade (CANECCHIO FILHO & FREIRE, 1958; CANECCHIO FILHO et al., 1963 e SOUZA et al., 1975).

Com relação ao rendimento em grãos, que expressa a relação entre o peso dos grãos e o peso total dos frutos, a cultivar AL Guarany 2002 apresentou desempenho superior ao da 'Lyra' (Tabela 3). Entretanto, os valores alcançados por ambas (> 70%) classificam-nas como de alto rendimento em grãos (NÓBREGA et al., 2001), superando inclusive as médias preconizadas para tais cultivares (SAVY FILHO, 2005), o que reflete a adequação do manejo da cultura, bem como do beneficiamento pós-colheita dos frutos. Esta variável foi influenciada, ainda, pela dose de N utilizada na adubação. Os dados médios das duas cultivares ajustaram-se a modelo quadrático, com valor mínimo correspondente à dose de 62,5 kg ha⁻¹ de N (Figura 8).

Para a variável massa de 100 grãos, diferenças entre as cultivares foi determinada, apenas, quando da aplicação da maior dose de nitrogênio (120 kg ha⁻¹). Nesta dose, os valores determinados para a 'AL Guarany 2002' foram superiores ao da 'Lyra' (Tabela 4), demonstrando que, para esta cultivar, o uso de dose superior a 90 kg ha⁻¹ de N afeta a massa de grãos.

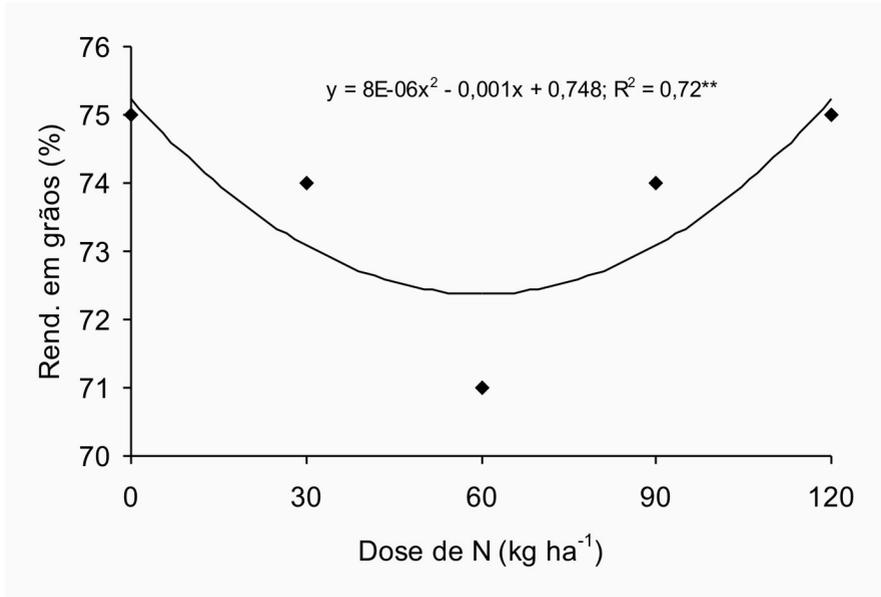


Figura 8. Rendimento em grãos da mamoneira em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Tabela 4. Massa de 100 grãos de mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Cultivar	Dose de N (kg ha ⁻¹)				
	0	30	60	90	120
AL Guarany	39,4 a	43,4 a	43,7 a	41,9 a	43,0 a
Lyra	39,9 a	41,2 a	44,3 a	44,1 a	39,0 b
CV (%) = 3,7%					

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Para ambas as cultivares, a massa de 100 grãos apresentou resposta quadrática à aplicação de nitrogênio (Figura 9). A partir dos modelos ajustados, determinaram-se os valores máximos, os quais corresponderam às doses de 48 e 79 kg ha⁻¹ de N, para a 'AL Guarany 2002' e a 'Lyra'.

A comparação dos valores médios de massa de grãos obtidos com os descritores padrões disponíveis para a cultura (NÓBREGA et al., 2001) classifica os grãos de ambas as cultivares como de massa média (40 a 50 g). Acrescenta-se que, para a 'AL Guarany 2002', independentemente da dose de nitrogênio utilizada, não se atingiu a massa média de grãos preconizada para a cultivar (46 g), segundo Savy Filho (2005).

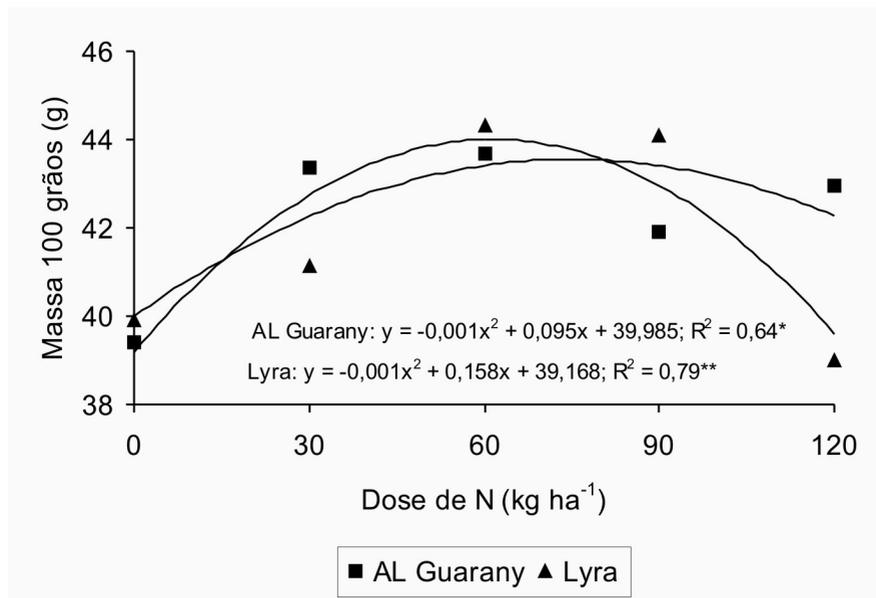


Figura 9. Massa de 100 grãos de mamoneira cultivares AL Guarany 2002 e Lyra em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Atributos químicos do solo

A avaliação da fertilidade do solo em sucessão ao cultivo da mamoneira indicou efeito dos tratamentos exclusivamente para as variáveis acidez ativa e fósforo disponível. O pH do solo decresceu proporcionalmente ao aumento da dose de N utilizada na adubação (Figura 10), o que se deve à reação acidificante dos fertilizantes amoniacais ou formadores de amônio no solo (ALCARDE, 2007), cuja intensidade é proporcional à dose utilizada.

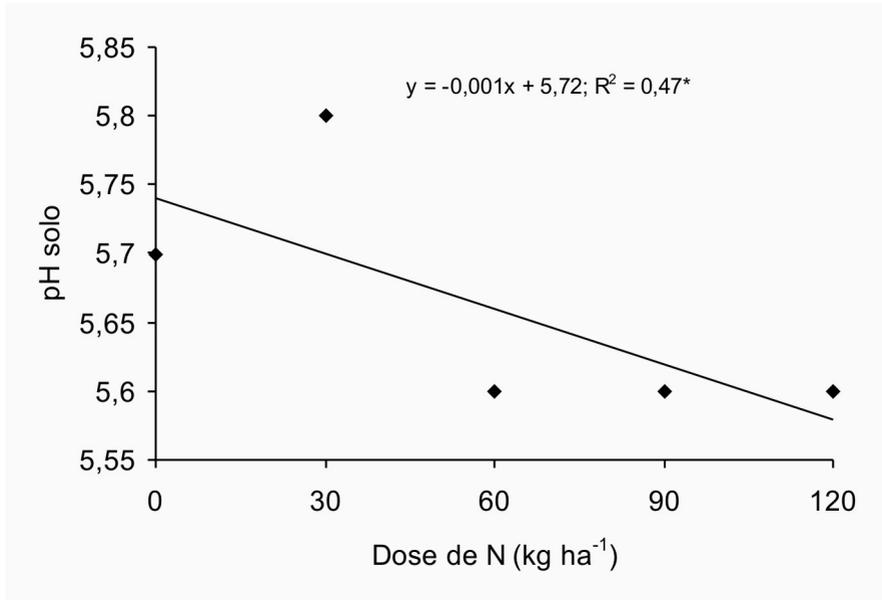


Figura 10. pH do solo após o cultivo da mamoneira em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

O teor de fósforo disponível no solo após o cultivo da mamoneira diferiu entre cultivares, sendo o valor determinado para a 'AL Guarany 2002' ($6,5 \text{ mg dm}^{-3}$) superior ao da 'Lyra' ($4,3 \text{ mg dm}^{-3}$). As diferenças observadas, embora pouco representativas em termos de disponibilidade do nutriente no solo, são atribuídas à capacidade diferencial das cultivares de absorção do nutriente. Este atributo apresentou, ainda, resposta quadrática à aplicação de nitrogênio, determinando-se a partir da equação ajustada o valor mínimo correspondente à dose de 36 kg ha^{-1} de N (Figura 11).

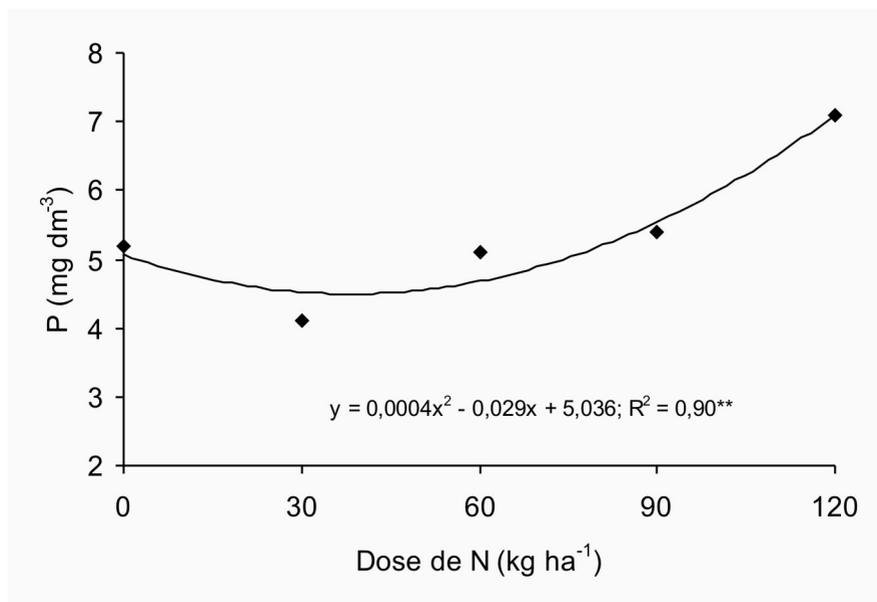


Figura 11. Teor de fósforo disponível no solo após o cultivo da mamoneira em função da dose de nitrogênio utilizada na adubação.

Conclusões

A adubação nitrogenada alterou os teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre, boro, ferro e manganês da mamoneira, sendo o efeito diferenciado entre as cultivares AL Guarany 2002 e Lyra, para os nutrientes nitrogênio e boro.

Os teores de potássio, magnésio, cobre e ferro no tecido foliar da cultivar AL Guarany 2002 foram superiores ao da 'Lyra'.

O uso de até 100 kg ha⁻¹ de N promoveu o crescimento da mamoneira.

A adubação nitrogenada aumentou a produtividade da mamoneira, sendo as doses de máxima eficiência técnica e econômica, respectivamente, 84,3 e 76,6 kg ha⁻¹ de N.

Referências

ALCARDE, J. C. Fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 737-768.

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A. E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 63-76.

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F. V. Recomendações técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1997. 52 p. (EMBRAPA – CNPA. Circular Técnica, 25).

AZEVEDO, D. M. P. de; NÓBREGA, L. B. da; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 121-160.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Plano Nacional de Agroenergia. Brasília, 2005. 120 p.

CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. *Bragantia*, Campinas, v. 17, p. 243-259, 198-58.

CANECCHIO FILHO, V.; ROCHA, J. L. V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira. III. Experimento com doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio. *Bragantia*, Campinas, v. 22, p. 765-75, 1963.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC). Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

DONEDA, A.; GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; SILVA, S. D.; SANTOS, G. F.; WEILER, D. A.; LONGHI, R.; SCHMALZ, C. R. Resposta da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) a doses de N, P e K em sistema plantio direto no Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1 CD-ROM.

FREIRE, C. J. da S. Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário. 2.ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 201 p.

FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E.F. (Ed.). Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.295-335.

HANWAY, J. L.; OLSON, R. A. Phosphate nutrition of corn, sorghum, soybeans, and small grains. In: KHASAWNEH, F. E.; SAMPLE, E. C.; KAMPRATH, E. J. (Ed.). The role of phosphorus in agriculture. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p. 681-692.

HOCKING, P. J. Accumulation and distribution of nutrients in fruits of castor *bean* (*Ricinus communis* L.). *Annals of Botany*, London, v. 49, p. 51-62, 1982.

HOLANDA, A. Biodiesel e inclusão social. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de publicações, 2004. 200 p. (Série cadernos de altos estudos, 1.).

KAMPRATH, E. J. Enhanced phosphorus status of maize resulting from nitrogen fertilization of high phosphorus soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 52, p. 522-526, 1987.

LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C. da; SORREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 40, p. 61-67, 2005

LÉLES, E. P. Interação de doses de calcário e zinco na mamoneira. 2008. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LIMA, R. de L. S. de.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; SILVA, M. I. L. da.; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento da mamoneira em solo com alto teor de alumínio na presença e ausência de matéria orgânica. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v. 11, p. 15-21, 2007.

MACHADO, J. P.; SCIVITTARO, W. B.; VALE, M. L. C. do; CASTILHOS, R. M. V. Efeito da adubação NPK na produtividade de grãos da mamoneira. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 1.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA-RS, 1. 2007, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 1 CD- ROM.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. POTAFOS: Piracicaba, 1997. 319 p.

MAMONA. Agriannual, São Paulo, p. 48, 2008.

NAKAGAWA, J.; LEVORATO, E.; BOARETTO, A. E. Efeitos de doses crescentes de termofosfato na presença e ausência de micronutrientes em dois cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.). Científica, São Paulo, v. 14, p. 55-64, 1986.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L.; JAEHN, A. Efeito isolado e combinado de nitrogênio, fósforo e potássio na mamoneira (*Ricinus communis*), cultivares "IAC-38" e "Campinas". Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", v. 31, p. 233-241, 1974.

NÓBREGA, M. B. de M.; ANDRADE, F. P. de; SANTOS, J. W. dos; LEITE, E. J. Germoplasma. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 257-281.

PAULO, E. M.; BATAGLIA, O. C.; KASAI, F. S.; CAVICHIOLI, J. C. Deficiência de boro em mamona. *Bragantia*, Campinas, v. 48, p. 241-247, 1989.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SAVY FILHO, A. Mamona. In: FAHL, J. I.; CAMARGO, M. B. P. de; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; DeMARIA, I. C.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 6.ed. Campinas: Instituto Agrônomo. 1998. p.309-310. (Instituto Agrônomo, Boletim técnico, 200).

SAVY FILHO, A. Mamona. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds). *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. (Eds). 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico. 1996. p. 201. (Instituto Agronômico, Boletim técnico, 100).

SAVY FILHO, A. Mamona: tecnologia agrícola. Campinas: EMOPI, 2005. 105 p.

SEMENTES ITAQUERÊ. A cultura da mamona no cerrado brasileiro. Primavera do Leste, MS: Sementes Itaquerê/Sementes Armani, 2004. 2 p. Folders

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

SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. de A.; FERREIRA, G. B.; CARDOSO, G. D.; GONDIM, T. M. de S.; BELTRÃO, N. E. de M.; VIRIATO, J. R. Crescimento e produtividade da mamoneira sob fertilização química em região semi-árida. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 19 p. (Embrapa Algodão. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 62).

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

SOUZA, E. A.; BURATTO, N. R.; COUTINHO, E. L. M. LIMA, L. A. de. Adubação fosfatada na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* (L.) cv. Guarani). *Científica*, São Paulo, v. 13, p. 19-28, 1985.

SOUZA, E. A.; FERREIRA, M. E.; BONO, G. M.; BANZATTO, D. A. Efeitos da fertilização nitrogenada, fosfatada e potássica na produção da mamoneira (*Ricinus communis* L.). Científica, São Paulo, v. 2, p. 162-168, 1974.

SOUZA, E. A.; NATALE, W. Efeito do boro e zinco na cultura da mamoneira. Científica, São Paulo, v. 2, p. 327-333, 1997.

SOUZA, E. A.; NEPTUNE, A. M. L. Resposta da cultura de *Ricinus communis* L. à adubação e calagem. Científica, São Paulo, v. 4, p. 274-281, 1976.

THEISEN, G.; ANDRES, A. Manejo de plantas daninhas. In: SILVA, S. D. dos A. e; CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; SCIVITTARO, W.B. A cultura da mamona no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 75-80.

UENO, B. Manejo integrado de doenças. In: SILVA, S. D. dos A. e; CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; SCIVITTARO, W. B. A cultura da mamona no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 61-68.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 449 p.

