

EFEITO DA CALAGEM E ADUBAÇÃO POTÁSSICA NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DA CULTURA DA MAMONA (*Ricinus communis* L.)

Carlos Sérgio Tiritan⁽¹⁾, Juliano Carlos Calonego⁽¹⁾, Diego Henriques Santos⁽²⁾

⁽¹⁾Professor Doutor, Universidade do Oeste Paulista-Unoeste, Presidente Prudente-SP, tiritan@unoeste.br ⁽²⁾Doutorando em Agricultura, Universidade Estadual Paulista-Unesp, Botucatu-SP.

RESUMO

A mamoneira é uma oleaginosa de destacada importância no Brasil e no mundo. Além da vasta aplicação na indústria química, é importante devido à sua tolerância à seca, tornando-se uma cultura viável para a região semi-árida do Brasil, onde há poucas alternativas agrícolas. No entanto, esta cultura não é exclusiva da região semi-árida, sendo também plantada com excelentes resultados em diversas regiões do país. O trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da calagem e da adubação potássica na cultura da mamona. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com delineamento experimental em blocos completos ao acaso, no esquema fatorial 3 x 2, onde o primeiro fator constou de doses de potássio (0, 30 e 60 kg ha⁻¹) e o segundo a presença ou ausência de calagem, para elevar a saturação por bases a 60%. Verificou-se que a calagem em combinação com uma dose intermediária de K₂O (30 kg ha⁻¹) eleva a produção de massa seca da parte área, no entanto não altera os teores de nutrientes na planta de mamona.

Palavras-chave: calcário, potássio, *Ricinus communis*.

EFFECT OF LIMING AND POTASSIUM FERTILIZATION ON GROWTH AND NUTRITION OF CASTOR OIL CULTURE (*Ricinus communis* L.)

ABSTRACT

The castor bean is an oilseed crop of outstanding importance in Brazil and worldwide. Besides the wide application in chemical industry, is important due to its tolerance to drought, making it a viable crop for the semi-arid region of Brazil, where there are few agricultural alternatives. However, this culture is not unique to semi-arid region and is also planted with excellent results in various regions of the country. The study aimed to evaluate the effects of liming and potassium fertilization on the crop of castor bean. The experiment was conducted in a greenhouse in a randomized complete block randomized in a factorial 3 x 2, where the first factor consisted of potassium (0, 30 and 60 kg ha⁻¹) and in the presence or absence lime to raise the base saturation to 60%. It was found that liming in combination with an intermediate dose of K₂O (30 kg ha⁻¹) elevates the production of dry mass of the area, however not change the concentration nutrients in the castor bean.

Keywords: limestone, potassium, *Ricinus communis*.

INTRODUÇÃO

O Brasil foi durante décadas o maior produtor mundial de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.), e ainda detém a posição de maior exportador do seu óleo. Nos últimos anos o país apresentou declínio da produção, perdendo a condição de líder na produção mundial para a Índia e a China. Atualmente, grande importância é dada à cultura da mamona, principalmente na região Nordeste do país, devido a sua indicação como matéria-prima para a produção de biodiesel, que reduz a participação dos combustíveis fósseis na matriz energética nacional, hoje o grande vilão da poluição ambiental e aquecimento do planeta (SEVERINO et al., 2004). A mamoneira tem hábito de crescimento indeterminado, com florescimento do tipo simpodial, apresentando desenvolvimento vegetativo simultâneo ao florescimento e frutificação. A cultura é uma das mais tradicionais e importantes do ponto de vista socioeconômico, principalmente na região Nordeste, sobretudo no Estado da Bahia, que detém atualmente mais de 75% da área plantada (AZEVEDO e LIMA, 2001).

Depois do nitrogênio, o potássio é o nutriente mineral requerido em maior quantidade pelas espécies vegetais. Este nutriente tem alta mobilidade na planta, em qualquer nível de concentração, seja dentro da célula, no tecido vegetal ou ainda no xilema e floema (Malavolta, 1980). O cátion K^+ não é metabolizado na planta e forma ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade. É o cátion mais abundante no citoplasma das células vegetais e a sua maior contribuição no metabolismo das plantas está relacionada com o controle do potencial osmótico das células e dos tecidos (MARSCHNER 1995).

Não se têm conhecimentos de toxidez causada pelo K em plantas, apesar deste nutriente ser absorvido por muitas espécies em quantidades superiores às necessárias, no chamado “consumo de luxo” (MEURER, 2006).

Por outro lado, são freqüentes os relatos de desequilíbrios nutricionais em culturas agrícolas ocorridos em razão de antagonismos provocados pelo excesso de K sobre os cátions básicos bivalentes Ca e Mg (MARSCHNER, 1995; ANDREOTTI et al., 2000).

Extensas áreas agricultáveis no Brasil apresentam solos com baixa capacidade de troca catiônica, predomínio de cargas dependentes de pH, baixas concentrações de Ca, Mg e K, e quantidades relativamente elevadas de Al trocável, especialmente a baixos valores de pH (PAVAN, 1992), necessitando de aplicação de corretivos.

A mamoneira, segundo Amaral e Silva (2006), deve ser cultivada em solos com fertilidade média a alta, porém, solos com fertilidade muito elevada favorecem o crescimento vegetativo excessivo, prolongando o ciclo e expandindo, consideravelmente, o período de floração. Tanto solos ácidos como alcalinos tem efeito negativo no crescimento e desenvolvimento das plantas. A mamoneira prefere solos com pH entre 5 e 6,5, produzindo em solos de pH até 8,0.

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adubação potássica na cultura da mamona, na presença e ausência da calagem para correção da acidez do solo.

MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente-SP, em vasos de 10 litros. O solo foi coleado da camada de 0 a 20 cm e caracterizado, segundo Embrapa (1999), como Latossolo Vermelho amarelo. Foram coletadas amostras para caracterização de atributos químicos (RAIJ et al., 2001), com os seguintes resultados: pH ($CaCl_2$ 1 mol L^{-1}) 4,5; 6 g dm^{-3} de MO; 9 mg dm^{-3} de P_{resina} ; 22 mmol_c dm^{-3} de H+Al; 2,3 mmol_c dm^{-3} de K; 6 mmol_c dm^{-3} de Ca; 3

mmol_c dm⁻³ de Mg; 11 mmol_c dm⁻³ de SB; 33 mmol_c dm⁻³ de CTC.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos completos ao acaso, no esquema fatorial 3 x 2, onde o primeiro fator constou de doses de potássio (0, 30 e 60 kg.ha⁻¹) e o segundo a presença ou ausência de calagem, para elevar a saturação por bases a 60%, com 4 repetições, totalizando 24 parcelas (vasos).

No dia 15 de fevereiro de 2009, iniciou-se o experimento fazendo a calagem de acordo com o delineamento experimental. No dia 10 de março de 2009, após reação do calcário no solo, fez-se a adubação potássica, via cloreto de potássio, de acordo com os tratamentos, sendo que para as dosagens de 60 kg ha⁻¹, dividiu-se a adubação, sendo a primeira aplicação de 30 kg ha⁻¹ de K₂O em semeadura e o restante após 30 dias. A adubação nitrogenada e fosfatada foi igual par todos os vasos, sendo aplicados 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de N. Parcelou-se o fornecimento desses elementos em três aplicações iguais, via água de irrigação, sendo a primeira aplicação aos 15 dias após a germinação e as demais em intervalos de 7 dias. Utilizou-se como fonte de nitrogênio e fósforo a uréia e o superfosfato simples, respectivamente.

Na semeadura utilizou-se três sementes por vaso, sendo que após 15 dias de germinação fez-se o raleio, deixando apenas duas plântulas por vaso. A umidade do solo dos vasos foi mantida por meio de monitoramento e irrigação

diária, procurando manter o teor de água no solo próximo à capacidade de campo.

Aos 60 dias após a germinação realizou-se o corte das plantas rente ao solo. Estas foram encaminhadas ao Laboratório de Tecidos Vegetais da Unoeste, onde foram secas em estufa de aeração forçada de ar a 65°C durante 72 horas, para determinação da produção de massa seca e análise do teor de macronutrientes presentes na planta.

O estudo estatístico constou de análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade (SANTOS et al., 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para os resultados de teores de macronutrientes nas plantas de mamona (Tabela 1) indicaram que a adubação potássica interferiu nos resultados de Ca, Mg, e S. Já a calagem apresentou efeito positivo apenas para os teores de N e Ca. A interação entre a adubação potássica e a calagem apresentou resultados significativos apenas nos teores de Ca da parte aérea das plantas.

Tabela 1. Valores de F calculados pela análise de variância para os resultados de N, P, K, Ca, Mg e S no tecido vegetal das plantas de mamona.

Causas de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose de K ₂ O	0,260ns	2,569ns	0,249ns	3,135*	2,597*	4,232*
Calagem	7,056*	0,691ns	2,530ns	3,113*	0,032ns	0,560ns
Dose x Calagem	2,355ns	0,529ns	0,198ns	3,955*	0,669ns	0,410ns
CV (%)	27,31	29,28	19,77	13,61	16,09	21,14

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com a tabela 2, o teor de N na parte aérea das plantas foi maior na ausência de

calagem, contrariando os dados apresentados por Raij (1991), que mostram efeito positivo do

aumento do pH do solo promovido pela calagem, acelerando o processo de mineralização da matéria orgânica e disponibilização de N.

Tabela 2. Teores de N na parte aérea das plantas de mamona (g kg^{-1}) em função das doses de K_2O (30 e 60 kg ha^{-1}) na presença e ausência de calagem.

Calagem	Doses de K_2O (kg ha^{-1})			Média
	0	30	60	
Com	32,72	23,73	22,47	26,31 a
Sem	31,90	34,83	39,62	35,45 b
Média	32,31 A	29,28 A	31,04 A	---

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

As médias de cada tratamento para os teores de P na parte aérea das plantas não diferiram entre si (Tabela 3), o que aponta para a não ocorrência de sinergismo ou antagonismo entre Ca, Mg e K com o P na parte aérea das plantas. Segundo Sousa et al. (2004), o calcário além de corrigir a acidez do solo e neutralizar a Al^{3+} , também é importante fonte de Ca e Mg para as plantas. Assim, esperava-se que com a calagem houvesse aumento de absorção de P pelas plantas, já que, segundo Malavolta et al. (1980), o Mg atua na absorção e transporte (carregador) de P no interior da planta.

Tabela 3. Teores de P na parte aérea das plantas de mamona (g kg^{-1}) em função das doses de K_2O (0, 30 e 60 kg ha^{-1}) na presença e ausência de calagem.

Calagem	Dose de K_2O (kg ha^{-1})			Média
	0	30	60	
Com	1,70	1,87	2,17	1,91 a
Sem	1,97	1,73	2,62	2,11 a
Média	1,70 A	1,87 A	2,17 A	---

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

A calagem e as doses de K_2O não interferiram nos teores de K na parte aérea das plantas (Tabela 4). Dessa forma, não foi observada interação entre os cátions Ca, Mg e K no que diz respeito ao processo de antagonismo

que um pode exercer ao outro quando há um desequilíbrio na concentração desses elementos no solo (MALAVOLTA et al., 1997; MEURER, 2006).

Tabela 4; Teores de K na parte aérea das plantas de mamona (g kg^{-1}) em função das doses de K_2O (0, 30 e 60 kg ha^{-1}) na presença e ausência de calagem.

Calagem	Dose de K_2O (kg ha^{-1})			Média
	0	30	60	
Com	20,4	21,73	19,70	20,61 a
Sem	24,57	23,16	22,57	23,44 a
Média	22,48 A	22,45 A	21,14 A	---

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

Já para os teores de Ca na parte aérea das plantas houve interação significativa entre as doses de K_2O aplicadas e a presença ou ausência de calagem. Observou-se que os maiores teores de Ca foram obtidos no tratamento com aplicação de 30 kg ha^{-1} de K_2O na presença de calagem, e no tratamento com 60 kg ha^{-1} de K_2O sem aplicação do corretivo.

Tabela 5. Teores Ca na parte aérea das plantas de mamona (g kg^{-1}) em função das doses de K_2O (0, 30 e 60 kg ha^{-1}) na presença e ausência de calagem.

Calagem	Dose de K_2O (kg ha^{-1})		
	0	30	60
Com	13,02 Aa	17,30 Ba	13,33 Aa
Sem	14,82 Aa	15,73 Aa	17,60 Ab

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

Para os resultados de teores de Mg na parte aérea das plantas (Tabela 6) houve resposta apenas quando comparou-se as doses de K_2O , com maior teor de Mg para a aplicação de 30 kg ha^{-1} de K_2O em relação à ausência de adubação potássica, não havendo diferença significativa para a dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O .

Esperava-se que a calagem como fonte de Mg elevasse os teores deste nutriente na planta, já que o teor inicial no solo de 2 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ aponta para a necessidade de calagem para

elevação desse teor para o valor mínimo de 5 mmol_c dm⁻³ (RAIJ et al., 1997).

Tabela 6. Teores de Mg no tecido foliar (g kg⁻¹) em função das doses de K₂O (0, 30 e 60 kg ha⁻¹) na presença e ausência de calagem.

Calagem	Doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹)			Média
	0	30	60	
Com	3,52	3,83	3,87	3,74 a
Sem	3,22	4,23	3,90	3,79 a
Média	3,37 A	4,03 B	3,88	---

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

Quando aos teores de S na parte aérea das plantas de mamona, observou-se efeito significativo apenas para as doses de K₂O, havendo maior teor de S sem adubação potássica e com 30 kg ha⁻¹ de K₂O. Esperava-se que os maiores efeitos ocorressem na presença da calagem, pois a calagem favorece o processo de mineralização de S contido na matéria orgânica, aumentando a disponibilidade desse nutriente para as plantas (RAIJ et al., 1991).

Tabela 7. Teores de S no tecido foliar (g kg⁻¹) em função das doses de K₂O (0, 30 e 60 kg ha⁻¹) na presença e ausência de calagem.

Calagem	Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)			Média
	0	30	60	
Com	2,52	2,77	1,90	2,40 a
Sem	2,45	2,37	1,92	2,25 a
Média	2,49 B	2,57 B	1,91 A	---

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

A análise de variância para o parâmetro massa seca da parte aérea das plantas de mamona (Tabela 8) indica efeito significativo para as doses de K₂O e para a interação entre doses de k₂O e calagem.

Tabela 8. Valores de F calculados pela análise de variância para os resultados de massa seca de plantas de mamona.

Causas de variação	Massa seca
Dose de K ₂ O	5,418*
Calagem	0,909 ns
Dose x calagem	3,961*
CV (%)	36,46

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A maior produção de massa seca da parte aérea da mamona foi obtida com a dose de 30 kg ha⁻¹ de K₂O e com a realização de calagem (Tabela 9). Essa dose de K₂O (30 kg ha⁻¹) que possibilitou a maior massa seca de mamona está muito próxima da recomendada por Souza e Lobato (2004) (40 kg ha⁻¹ de K₂O), para solos com teores adequados de K, como é o caso do solo utilizado nesse trabalho. Muito indica que a maior massa seca da parte aérea de mamona obtida com esse tratamento foi obtida devido ao equilíbrio entre os cátions Ca, Mg e K no solo.

Tabela 9. Massa seca de plantas de mamona (g planta⁻¹) em função das doses de K₂O (0, 30 e 60 kg ha⁻¹) na presença e ausência de calagem.

Calagem	Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)		
	0	30	60
Com	2,35 Aa	5,27 Bb	2,41 Aa
Sem	2,33 Aa	3,06 Aa	3,31 Aa

Letras iguais, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste LSD, a 5% de probabilidade.

Concluiu-se neste trabalho que a calagem em combinação com uma dose intermediária de K₂O (30 kg ha⁻¹) eleva a produção de massa seca da parte aérea, no entanto não altera os teores de nutrientes na planta de mamona.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. A. B.; SILVA, M. T. **Zoneamento de riscos climáticos da cultura da mamoneira no Estado do Maranhão, referente ao ano safra de 2006/2007.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 8 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 291).

ANDREOTTI, M. et al. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação de bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 2437-2446, 2000.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000001200015>

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. O. **Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350 p.

EMPRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412 p.

MALAVOLTA, E. A. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. A.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **A avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995, 889 p.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Gênese, 2006, 285 p.

PAVAN N. N. O. **Análise da infiltração marginal em obturações retrógradas realizadas com polímero de mamona, epóxico experimental, cimento de óxido de zinco eugenol reforçado (Super-EBA) e ionômero de vidro (FUJI II LC)**. Bauru, 1992. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Odontologia de Bauru da USP.

RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliações da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônomo, 2001, 285 p.

RAIJ, B. et al. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100)

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991, 343 p.

SANTOS, J. W.; GHEY, H. R. (Eds). **Estatística experimental aplicada**. Campina Grande: Embrapa Algodão/UFPA, 2003. 213 p.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.1, p. 73-72, 2004.

SOUSA, D. M. B.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. EMBRAPA, 2004, p.147-167.