



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA MAMONA (*Ricinus communis* L.): DESCRIÇÃO E EFEITO SOBRE O CRESCIMENTO E A PRODUÇÃO DA CULTURA

Adele Cristina Martins Santos¹; Gilvan Barbosa Ferreira²; Regina Monteiro Xavier¹; Magna Maria Macedo Ferreira³; Liv Soares Severino²; Napoleão Esberard de Macedo Beltrão²; José Pires Dantas⁽⁴⁾; Cássia Regina de Almeida Moraes⁵ (1) Universidade Estadual da Paraíba; (2) Embrapa Algodão, R. Osvaldo Cruz, 1143, C.P. 174, Centenário, 58107-720, Campina Grande-PB, e-mail: gilvanbf@cnpa.embrapa.br; (3) FAPESQ/CNPq; (4) Universidade Estadual da Paraíba; (5) CNPq.

RESUMO

As deficiências de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) podem ocorrer em solos ácidos do Sudeste, Centro-Oeste e das localidades de maior pluviosidade no Nordeste. Sob baixo uso de insumo, esses solos podem reduzir fortemente a produtividade da mamona cultivada por agricultores familiares. A diagnose visual da deficiência é um método eficaz para monitoramento do estado nutricional a baixo custo, necessitando de trabalhos básicos de caracterização dos sintomas iniciais e de sua evolução durante o cultivo. Este trabalho foi realizado em casa de vegetação, utilizando a diagnose por subtração. A deficiência de Ca e Mg promovem redução no crescimento da mamona. A deficiência de Ca se manifesta de forma parecida com a de enxofre, com clorose no ponteiro que se estende para baixo, porém mantém as nervuras esverdeadas e não chega a atingir toda a planta. Morte das raízes finas, murchas de folhas e necrose marginal também foram observadas. A produtividade final foi reduzida em 91%. A deficiência de Mg se manifesta nas folhas inferiores por uma clorose interneval que avança sobre a folha, amarelando-a, ressecando-a e provocando sua queda. A clorose avança para cima na planta e provoca redução de 70% na produtividade de frutos. Fotos desses sintomas são mostradas no texto.

INTRODUÇÃO

A cultura da mamona é típica de pequena agricultura no Brasil, sendo cultivada sob baixo a médio nível tecnológico, com pouco ou nenhum uso de adubos e corretivos (AZEVEDO et al., 1997, 2001). Nas condições experimentais no semi-árido tem-se obtido produtividade de até 1.500 kg/ha usando as cultivares BRS Paraguaçu e BRS Nordestina. Em condições comerciais, entretanto, tem sido levantada pelo IBGE produtividade de 600 a 900 kg/ha. Essa baixa produtividade média regional tem sido explicada constantemente como imposição da falta de água e de problemas no manejo (consórcio, época de plantio, variedades, espaçamentos inadequados etc), se bem que as deficiências minerais podem estar contribuindo para esse quadro, ao menos nos anos de melhor pluviosidade. Os solos do semi-árido são, quase sempre, bem supridos de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), já aqueles das regiões de maior pluviosidade ou do Sudeste, Norte e Centro-Oeste são ácidos e pobres em bases trocáveis, necessitando de correção de acidez com calagem (fornece Ca e Mg) e gessagem (fornece Ca e S) mais adubação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).

Nos Estados de São Paulo e Minas Gerais têm sido obtidas produtividades de até 2.500 kg/ha,



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

sendo comum a produtividade média de 1.800 kg/ha (CONAB, abril/2003). Neste caso, além do clima mais propício, o uso de alta tecnologia tem sido comum: variedades anãs, correção do solo com calcário e gesso e adubação com NPK (SAVY FILHO, 2001). A mamoneira exporta da área de cultivo cerca de 80 kg/ha de N, 18 kg/ha de P_2O_5 e 32 kg/ha de K_2O , 13 kg/ha de CaO e 10 kg/ha de MgO para cada 2000 kg/ha de baga produzida (CANECCHIO FILHO e FREIRE, 1958). Estes autores, entretanto, mostram que a absorção de nutriente da parte aérea aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg/ha de N, P_2O_5 , K_2O , CaO e MgO, respectivamente. Assim, pode-se ver que a mamona tem alto requerimento de nutrientes, especialmente de potássio, para dar uma produtividade adequada. Resposta a doses de 20 a 80 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O são mais comuns na literatura (AZEVEDO et al., 1997). Souza e Neptune (1976) mostraram que a aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico em um solo ácido de São Paulo, em conjunto com adubação 70-80-50 kg/ha de N- P_2O_5 - K_2O , permitiu alcançar uma produtividade de 1.256 kg/ha de semente de mamona, enquanto na ausência da calagem e da adubação a produtividade foi de apenas 70 kg/ha de semente.

Os teores foliares de 40-50, 3-4, 30-40, 15-25, 2,5-3,5 e 3-5 g/kg de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, no limbo da quarta folha do ramo principal no início do florescimento são considerados adequados (MALAVOLTA et al., 1989) e é comum se encontrar na torta da semente cerca de 18 g/kg de Ca (RAIJ et al., 1996). O Cálcio elemento estrutural, que fazendo parte da lamela média da parede celular, dá estabilidade à membrana plasmática e funciona como mensageiro iônico interno na planta, estando envolvido nos sinais internos emitidos pela planta sob condições de variados tipos de estresses (MALAVOLTA et al., 1989; MARSCHNER, 1995). Sua deficiência provoca retardo no crescimento e morte dos ponteiros. O Magnésio é parte estrutural da clorofila e está envolvido em todos os processos de fosforilação; age na absorção iônica, respiração celular, armazenamento e transferência de energia, além de permitir melhor balanço eletrolítico e dá estabilidade aos ribossomos; Também modula a atividade de várias enzimas importantes (MALAVOLTA et al., 1989). Sua deficiência provoca clorose internerval nas folhas inferiores, redução no crescimento e na produtividade da planta. Não foram descritos sintomas de deficiência específico desses nutrientes na mamoneira.

A caracterização visual dos sintomas de deficiência de Ca e Mg na mamoneira pode ser uma ferramenta eficiente e de baixo custo para o agricultor monitorar o estado nutricional dessa cultura no campo. Entretanto, não se tem na literatura descrições efetivas e bem ilustradas a esse respeito. Com este trabalho objetivou-se estudar o efeito da deficiência de cálcio e magnésio sobre o crescimento e a produção da mamoneira e descrever o quadro sintomatológico em plantas pequenas e adultas em condições de casa de vegetação.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Algodão, Campina Grande-PB, no período de janeiro a maio de 2004. Foi utilizada areia de fundo de rio vendida comercialmente na cidade de Campina Grande. Esse material foi peneirado em malha de 2 mm de espessura, acondicionado em vasos drenados de 10 litros e lavado com água de torneira para retirar o excesso de sais. Posteriormente, foram aplicados dois litros de uma solução de HCl 0,1 mol/L e deixado em repouso por 48 horas. Em seguida, procedeu-se uma lavagem com 6 L de água destilada, secou-se e acondicionou-se os vasos na bancada para o cultivo. A capacidade de retenção de água da areia lavada era de 600 mL no vaso de 10 L usado.

O estudo constou de um ensaio de diagnose por subtração, onde se estudaram 13 tratamentos: um completo, com todos os nutrientes, e 12 tratamentos onde se retirou um dos nutrientes essenciais: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn. Foi utilizada a solução de Hoaglan e Arnon (1950) modificada por Sarruge(1975). Foi aplicada uma solução $\frac{1}{4}$ da força normal da solução nutritiva e foram semeadas 10 sementes/vaso. Essa força foi mantida até os 10 dias após a germinação, ocasião em que se voltou a aplicar a solução em toda a sua força iônica. Diariamente foi reposta a água evaporada do vaso.

A cada três dias foi conferido o pH e mantido entre 6,0 a 6,5. A solução foi trocada a cada 10 dias nos primeiros 30 dias após a emergência (dae); posteriormente passou-se a trocar semanalmente até os 70 dae; daí até o final do ciclo da cultura, a troca foi feita duas vezes por semana. Foi feito um desbaste logo após a germinação deixando as duas plantas mais vigorosas por vaso. Após os 30 dias da germinação, deixou-se apenas uma planta/vaso. Os tratamentos foram dispostos em um delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições. Foram avaliados aos 30 dias a altura, o peso de folha, a área foliar, o peso de caule e a matéria seca total da parte aérea. No final da cultura, foram avaliados a altura, o diâmetro do caule, o peso das folhas, do caule, da matéria seca total da parte aérea e dos frutos. Durante o decorrer do ensaio foram retiradas fotografias dos tratamentos e anotados a evolução dos sintomas de deficiência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O substrato utilizado tinha presença visível de mica, fonte de Ca, Mg e K para as plantas. Entretanto a subtração de Ca e Mg do meio provocaram redução do crescimento da planta, quando comparado com a presença de todos os nutrientes em solução nutritiva (Figuras 1A e B, 2A e B).

A deficiência de Ca foi muito parecida com a de enxofre (S), exceto pela presença constante nas folhas das plantas deficientes em Ca de nervuras esverdeadas e ausência de necrose nas margens das folhas (Figura 1A a I). A partir dos 70 dias após a emergência (dae), observou que a folha



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

do ponteiro apresentou-se endurecida, com clorose verde-amarelada, as nervuras esverdeadas e as margens dos lóbulos enrugados (Figura 1C). Os lóbulos foliares eram finos, parecidos com a mão espalmada com aspecto geral estrelado das folhas fortemente contrastando o fundo amarelo do limbo com as nervuras verde-escura (Figuras 1D e E). Os sintomas evoluíram do ponteiro para as cinco primeiras folhas do ponteiro, com clorose e mosqueamento decrescente (Figuras 1F, G e H) até o encurvamento de bordos das folhas maduras e ausência de clorose (I).

As raízes finas de duas repetições morreram e provocaram murcha da maior parte das folhas inferiores, além de necrose úmida das folhas recém maduras que permaneceram túrgidas (Figuras 1J, L e M). Apesar dos sintomas serem parecidos com ataque de fusariose, o escurecimento do vaso foi muito fraco para caracterizar essa doença e esses sintomas somente ocorreram na ausência de Ca no substrato.

A deficiência de Mg se manifestou após os 60 dias com as plantas mostrando folhas deitadas sobre o caule (Figura 2C) e uma leve clorose internerval nas folhas inferiores (Figura 2D) que logo progrediram para clorose amarelada com as nervuras verdes bem distintas (Figuras 2E e F). Em seguida, as folhas perderam a coloração interna (Figura 2G), murcharam as bordas e os tecidos internervais (Figuras 2H e I) e caíram.

A produção de matéria seca de folha, caule, parte aérea total e área foliar foram inicialmente mais afetadas com a deficiência de Mg (Tabela 1), que reduziu para 62% do total a produção de matéria seca da parte aérea. Nesse período, a deficiência de Ca ainda permitiu a produção de 86% de MSTPA. No final do ciclo, entretanto, as coisas se inverteram com as plantas deficientes em Ca produzindo menos MSTPA do que aquelas deficientes em Mg (Tabela 2). A produtividade de frutos foi reduzida em 70% nas plantas deficientes em Mg e em 92% nas deficientes em Ca. Isto mostra que solos ácidos e com poucas bases trocáveis são improdutivo para a cultura da mamona e devem ser evitados ou corrigidos com calagem e gesso, confirmando os dados de Souza e Neptune (1976) obtidos no campo.

Tabela 1. Peso de folha (PFOL, g/planta), área foliar por planta (AFOL, cm²/planta), peso do caule (PC, g/planta) e matéria seca total da parte aérea (MSTPA, g/planta) da mamoeira aos 30 dias submetida à diagnose por subtração de nutrientes em areia lavada. Campina Grande, PB, 2004

Tratamento	PFOL	%PFOL	AFOL	%AFOL	PC	%PC	MSTPA	%MSTPA
C	5,67	100	1809	100	4,21	100	9,89	100
C-Ca	5,33	94	1700	94	3,15	75	8,48	86
C-Mg	3,64	64	1160	64	2,48	59	6,12	62
CV(%)	28,5	-	28,5	-	32,9	-	26,2	-
DMS 5% Tukey	1,66	29	528	29	1,16	28	2,45	25

Obs.: C-completo, -Ca e-Mg: completo sem cálcio e magnésio, respectivamente. %PFOL, %CC, %DC, %PC, %MSTPA e %PFRUT: valor percentual do tratamento tendo como base (100%) o tratamento completo em nutrientes.

Tabela 2. Peso de folha (PFOL, g/planta), comprimento do caule (CC, cm), diâmetro do caule (DC, mm), peso do



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

caule (PC, g/planta), matéria seca total da parte aérea (MSTPA, g/planta) e peso de frutos (PFRUT, g/planta) da mamoeira submetida à diagnose por subtração de nutrientes em areia lavada. Campina Grande, PB, 2004

Tratamento	PFOL	%PFOL	CC	%CC	DC	%DC	PC	%PC	MSTPA	%MSTPA	PFRUT	%PFRUT
C	116,1	100,0	100,6	100,0	26,8	100,0	74,1	100,0	190,2	100,0	113,7	100,0
C-Ca	73,4	63,2	98,8	98,1	26,6	99,3	54,8	73,9	128,2	67,4	10,0	8,8
C-Mg	83,6	72,0	89,9	89,4	22,9	85,7	52,7	71,0	136,3	71,6	34,9	30,7
DMS 5% Tukey	33,0	28,4	15,3	15,2	2,2	8,2	17,9	24,2	44,6	23,4	28,5	25,1
CV(%)	36,5	-	12,3	-	7,4	-	24,1	-	27,1	-	37,0	-

Obs.: C-completo; -Ca e -Mg: sem cálcio e sem magnésio, respectivamente. %PFOL, %CC, %DC, %PC, %MSTPA e %PFRUT: valor percentual do tratamento tendo como base (100%) o tratamento completo em nutrientes.

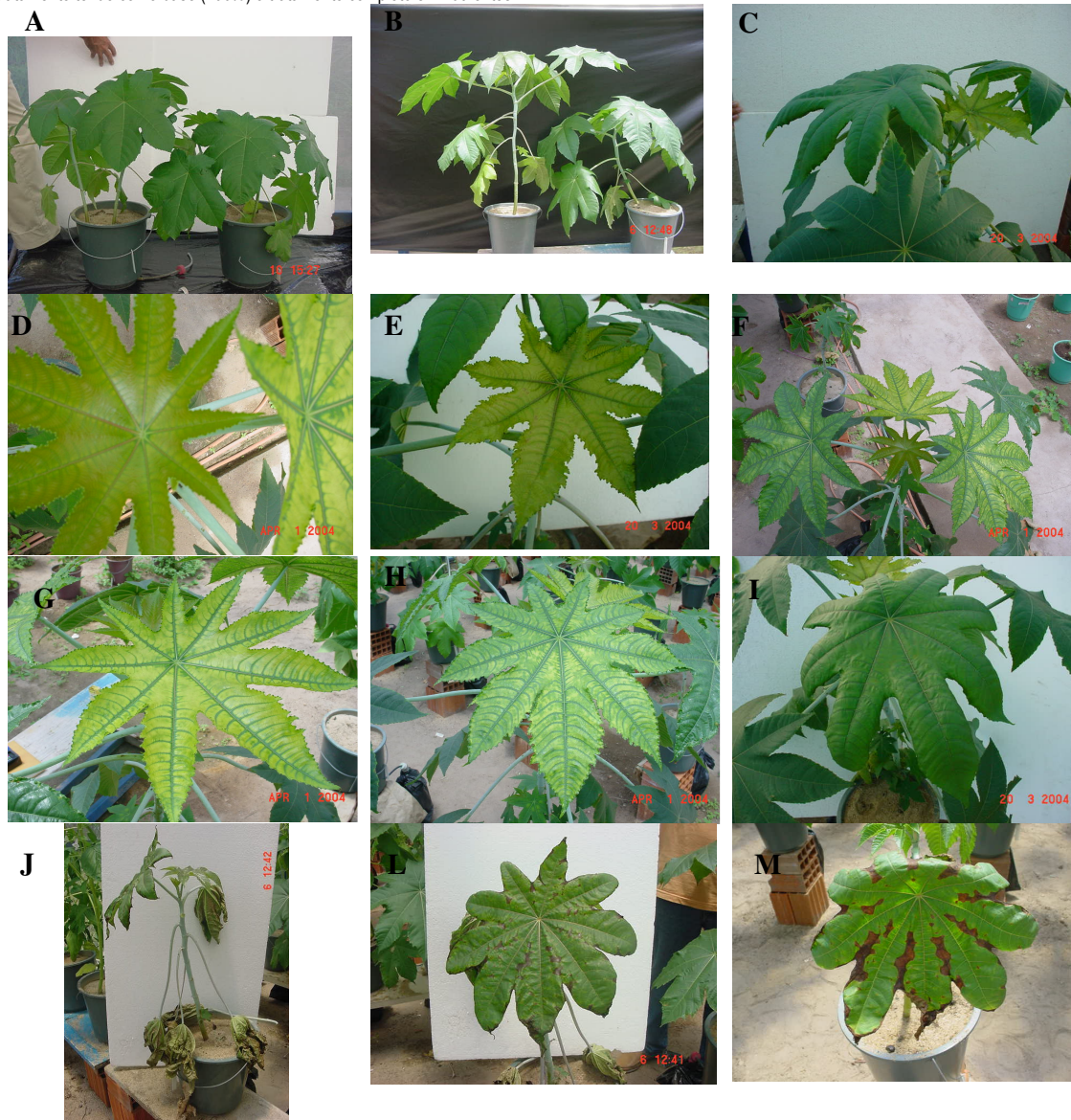


Figura 1. Efeito da deficiência de cálcio sobre o crescimento e o desenvolvimento da mamoneira. A e B – aos 30 e 60 dae, tratamento completo à esquerda; C – sintomas iniciais, com clorose do ponteiro e bordos inclinados para baixo nas folhas recém-maduras; D e E – Detalhe de clorose nas duas folhas abertas do ponteiro, mostrando a presença de nervura esverdeada sob fundo verde-amarelado; E – clorose verde-bronzeada com algumas áreas necróticas na lâmina; F, G, H e I – Visão geral dos sintomas na planta inteira, com a evolução dos sintomas do ponteiro às folhas já amadurecidas, cujas bordas e margens se voltam para baixo; J – Morte de raízes finas, com subsequente aparecimento de pontuações escuras,



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

murcha e queda das folhas inferiores; L e M - necrose úmida do tecido das folhas remanescentes que avança e toma toda a folha.

Eles mostraram que a aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico em um solo ácido de São Paulo, em conjunto com adubação 70-80-50 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O, permitiu alcançar uma produtividade de 1.256 kg/ha de semente de mamona, enquanto na ausência da calagem e da adubação a produtividade foi de apenas 70 kg/ha de semente.



Figura 2. Efeito da deficiência de Magnésio sobre o crescimento e o desenvolvimento da mamoneira. A – aos 60 dae, tratamento completo à esquerda; B – necrose molhada entre as nervuras que evoluem para morte, secamento do tecido e rompimento, formando furos na folha; C – Clorose internerval com enrugamento da folha; Coloração verde intenso da folhagem; D, E, F e G – Clorose nos lóbulos superiores que evoluem no sentido horário e toma toda a folha; H e I – secamento das bordas e enrolamento da folha, que deita sobre o caule e cai da planta.

CONCLUSÕES

A deficiência de Ca e Mg promovem redução no crescimento da mamona. A deficiência de Ca se manifesta de forma parecida com a de enxofre, com clorose no ponteiro que se estende para baixo, porém mantém as nervuras esverdeadas e não chega a atingir toda a planta. Morte das raízes finas, murchas de folhas e necrose marginal também foram observados. A produtividade final foi reduzida em 91%. A deficiência de Mg se manifesta nas folhas inferiores por uma clorose internerval que avança



I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA

Energia e Sustentabilidade

23 a 26 de novembro de 2004 - Campina Grande - PB

sobre a folha, amarelando-a, ressecando-a e provocando a sua queda. A clorose avança de baixo para cima na planta e provoca redução de até 70% na produtividade de frutos.

REFERENCIAS

- 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 Algodão, 1997. 52p (Embrapa Algodão. 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. (Eds.) **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.
- CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E.S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Bragantia**, 17:243-259, 1958.
- CONAB. **Quarto levantamento de safra**: Abril/2003. Brasília, 2003.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- RAIJ, B.V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. (Eds). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100)
- SAVY FILHO, A. Mamoneira: técnicas de cultivo. Campinas, **O Agrônomo**, v.53 n.1, 2001.
- SOUZA, E.A.; NEPTUNE, A.M.L. Resposta da cultura de *Ricinus communis* L à adubação e calagem. **Científica**, v.4. n.3. p.274-281, 1976.