

Descrição sintomatológica de deficiência nutricional na mamona durante seu desenvolvimento inicial

Symptoms description of disability in nutritional castor bean during its initial development

Hugo Roldi Guariz¹, Marcelo Henrique Savoldi Picoli², Wesley Augusto Campanharo³, Huezzer Viganô Sperandio^{3*}

RESUMO - Apesar da importância da ricinocultura no setor agrícola, há diversos aspectos da produção que carecem de aperfeiçoamentos e de pesquisas regional. A falta desses procedimentos pode proporcionar baixo desenvolvimento vegetativo, implicando assim em sua produtividade. A determinação adequada da deficiência de um nutriente pode ser indicativo de uma intervenção nutricional no momento oportuno. Com o objetivo de avaliar a descrição sintomatológica de deficiência nutricional na mamona e a quantificação de biomassa em seu desenvolvimento inicial, em casa de vegetação, em Alegre – ES, conduziu-se experimento em um delineamento inteiramente casualizado com solução nutritiva com 13 tratamentos e duas repetições, sob a técnica do nutriente faltante: Completo (testemunha) e a omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -Mn, -Cu, -Mo, -Fe, -S, -B e -Zn). Foram avaliadas as seguintes características: comprimento do sistema radicular, altura da parte aérea, peso de matéria seca. A diagnose visual da deficiência tornou-se um método eficaz para o monitoramento do estado nutricional das plantas, pelas evidências sintomatológicas de deficiência e distúrbios no crescimento das mudas observados. Conclui-se ainda que a omissão de nitrogênio e cálcio foi responsável pela redução do crescimento em altura e de biomassa da parte aérea. Para o atributo comprimento radicular, os menores valores foram atribuídos para os tratamentos sob deficiência de molibdênio, nitrogênio e enxofre. Não houve diferença estatística entre os tratamentos para o atributo massa seca de raízes.

Palavras chave: diagnose foliar, adubação, requerimento nutricional, crescimento vegetativo.

ABSTRACT - Despite the importance of castor bean culture in the agricultural sector, there are many production aspects that require improvements and regional research. The lack of these procedures can provide low vegetative growth, affecting their productivity. The adequate determination of a nutrient deficiency may be indicative of a nutritional intervention at the appropriate time. Aiming to evaluate the symptomatic description of nutritional deficiency in castor bean and the biomass quantification in their initial development, at greenhouse, in Alegre – ES, an experiment was conducted in completely randomized design with a nutrient solution with 13 treatments and two replications, under the missing nutrient technique: Full (evidence) and removing a element in each treatment (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -Mn, -Cu, -Mo, -Fe, -S, -B e -Zn). The following characteristics were evaluated: root length, shoot height and dry weight. The visual diagnosis of the deficiency has become an effective method for monitoring the nutritional status of plants, through the symptomatic evidence of deficiency and disorders in growth of the observed seedlings. It was also concluded that the omission of nitrogen and calcium was responsible for reduced growth and height in shoot biomass. For the root length attribute, the lowest values were assigned to the treatments under deficiency of molybdenum, nitrogen and sulfur. There was no statistical difference between treatments for the root biomass attribute.

Key-words: leaf diagnosis, manuring, nutritional requirement, vegetative growth.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) possivelmente originária do leste da África, na Etiópia, é uma oleaginosa com grande tolerância à seca, exigente em calor e luminosidade, adaptando-se perfeitamente ao semi-árido brasileiro (CARTAXO 2004). Cultura produzida tradicionalmente em pequenas e médias propriedades tem importante valor social como geradora de renda e empregos no campo. É considerada uma planta com elevado valor estratégico, pelo fato de não existirem bons substitutos ao óleo extraído de suas sementes, que proporcionam grande versatilidade industrial (OLIVEIRA; ZANOTTO, 2008). O óleo da mamona, principal produto obtido pela industrialização das sementes, é a base para a obtenção de uma diversificada linha de matérias-primas. O biodiesel, combustível obtido a partir do óleo de diversas oleaginosas, entre elas a

mamona, é outro subproduto muito importante para economia do país, pois além de ser de origem vegetal e renovável, pode contribuir para a diminuição da importação de petróleo (OLIVEIRA; ZANOTTO, 2008).

A mamoneira é uma planta exigente em nutrientes, e informações sobre suas exigências nutricionais são escassas. A diagnose nutricional pela análise foliar e pelos sintomas visuais permite determinar o “status” nutricional da planta com indicativos de deficiência para que se faça uma adubação adequada, no momento oportuno (RAMOS, 2006).

O diagnóstico visual consiste em caracterizar, descrever e/ou fotografar, mais precoce e detalhadamente possível, os sintomas de deficiências/toxidez na planta e compará-los com os sintomas-padrões de deficiências/toxidez de cada nutriente descritos na literatura, para aquela espécie ou variedade, se possível (RAMOS, 2006). Os sintomas observados nas plantas

* autor para correspondência

Recebido para publicação em 09/05/2012; aprovado em 29/06/2012

¹Engº Florestal, M. Sc. em Produção vegetal, Prefeitura Municipal de São Roque do Canaã/ES, São Roque do Canaã – ES. hugoroldi@yahoo.com.br

²Engº Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR. marcelohspicoli@hotmail.com

³Engº Florestal, Mestrando em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – ES. wesley-ac@hotmail.com

precisam ser descritos apropriadamente. Ao descrevê-los, é necessária atenção ao início do aparecimento dos sintomas ou sintomas primários, para a exclusão daqueles causados por fatores bióticos e abióticos e não por problemas de nutrição da planta. Na descrição dos sintomas é importante observar o estágio fenológico, a localização do sintoma na planta e nas folhas (FONTES, 2001).

De modo geral, cada nutriente tem funções específicas nas plantas e os diferentes elementos produzem diferentes sintomas de deficiência ou de toxidez. Às vezes, a deficiência de um nutriente específico não afeta necessariamente o mesmo processo metabólico em todas as espécies (FONTES, 2001). Excesso e falta de nutrientes adequados à planta produzem reflexos negativos sobre a produtividade, qualidade dos frutos; a sanidade e a longevidade do plantio (BASSO *et al.*, 1986).

A observação detalhada de todas as anormalidades visuais apresentadas por uma planta é importante para diagnosticar uma desordem nutricional, ocasionada pela deficiência de um determinado nutriente, sendo que tais anormalidades são reconhecíveis na maioria das plantas (SILVA, 2006). Entretanto, existem respostas peculiares entre e dentro das espécies, como

resultado da expressão genética, influenciando a distribuição dos elementos ou sensibilidade de sistemas metabólicos (VOSE, 1963). A caracterização visual dos sintomas de deficiência dos nutrientes na mamoneira pode ser uma ferramenta eficiente e de baixo custo para o agricultor monitorar o estado nutricional dessa cultura no campo, entretanto, existem poucas não se tem descrições efetivas e bem ilustradas a esse respeito (FERREIRA, 2004).

Dessa forma objetivou-se com este estudo dar subsídio para a melhor prática da diagnose visual em plantas de mamona e a quantificação da biomassa oriunda da espécie em seu desenvolvimento inicial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), situado em Alegre, Espírito Santo. Foi aplicado $\frac{1}{4}$ da força normal da solução nutritiva (Tabela 1), cujas soluções estoques foram preparadas com base naquelas utilizadas por Hoagland; Arnon (1950).

Tabela 1. Composição das soluções nutritivas utilizadas no experimento. Alegre – ES, 2012.

Solução Nutritiva (mL L ⁻¹)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Testem.	2,5	2,5	1	0,5	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
-K	2,5	-	1	-	5,0	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
-P	2,0	3,0	1	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
-Ca	-	2,5	1	0,5	-	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
-N	-	-	1	-	5,0	2,5	1,0	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
-Mg	2,0	3,0	-	0,5	-	1,5	-	-	0,5	0,5	-	-	-	-	-
-S	2,0	3,0	-	0,5	-	-	-	1,0	0,5	0,5	-	-	-	-	-
-Fe	2,5	2,5	1	0,5	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
-Cu	2,5	2,5	1	0,5	-	-	-	-	-	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5
-B	2,5	2,5	1	0,5	-	-	-	-	-	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5
-Mo	2,5	2,5	1	0,5	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5
-Mn	2,5	2,5	1	0,5	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5
-Zn	2,5	2,5	1	0,5	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	-

Onde: A – Ca(NO₃)₂; B – KNO₃; C – MgSO₄; D – KH₂PO₄; E – Ca(H₂PO₄)₂; F – K₂SO₄; G – CaSO₄; H – Mg(NO₃)₂; I – Microcompleta; J – Fe-EDTA; K – CuSO₄; L – H₃BO₃; M – H₂MoCl₂; N – MnCl₂; O – ZnSO₄.

As sementes de mamoneira (*Ricinus communis*) da cultivar IAC 80 foram colocadas para germinar em tubetes com substrato comercial puro e 43 dias após a emergência das plântulas, foram selecionadas as mais uniformes e transferidas para vasos de 1 litro, confeccionados a partir de garrafas PET de 2 litros. Os vasos foram cobertos por papel alumínio, para minimizar a entrada de luz e assim evitar o aparecimento de algas. A abertura superior dos vasos foi fechada com isopor, este contendo dois orifícios, um para a entrada da mangueira de ar e outro para a fixação das mudas, sendo feita à altura do coletor. A oxigenação nos recipientes foi mantida através de um sistema constituído por finas mangueiras de borracha imersas nas soluções e interligadas entre si e a uma bomba de ar do tipo das utilizadas em aquário. As

soluções foram renovadas em intervalos de 15 dias, durante 60 dias de experimentação.

Os tratamentos, através da técnica do nutriente faltante foram em número de 13, dispostos num delineamento experimental inteiramente casualizado, com 2 repetições constituídas por uma planta/recipiente. No final do experimento (60 dias após o transplante) foram realizadas medições de altura da parte aérea (medindo-se do coletor até o meristema apical), comprimento da raiz (medida do coletor até a coifa), a avaliação de massa seca da parte aérea e do sistema radicular. A massa seca das plantas foi obtida após secagem em estufa a 70 °C durante 48 h, e posteriormente pesada em balança de precisão. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de médias para médias. Então testou as médias dos

tratamentos pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A deficiência de boro se manifestou inicialmente nos pontos de crescimento e nas folhas mais novas,

formando folhas pequenas com clorose irregular, de formas bizarras ou deformadas, mais grossas, com nervuras também mais grossas, mais salientes na porção inferior da folha e suberificadas (Figura 1A).

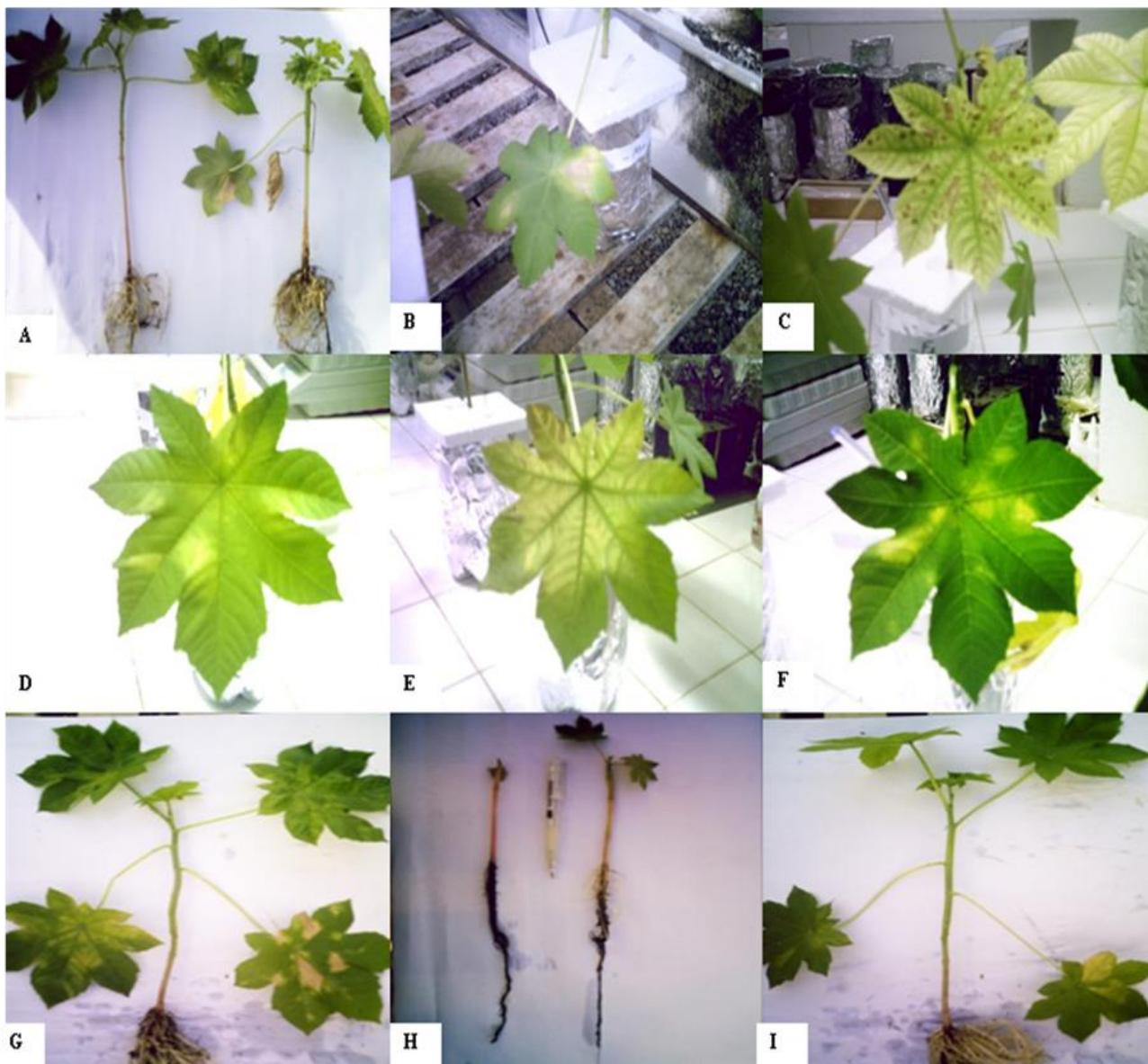


Figura 1. Respostas qualitativas de plantas de mamona à falta de determinados nutrientes após 60 dias de cultivo, em que: A)-B, B)-Mn, C)-Fe, D)-Mo, E)-K, F)-Cu, G)-Mg, H)-Ca, I)-S. Alegre, ES. 2012.

As manchas cloróticas nas folhas mais novas, com o tempo tornaram-se necróticas. Observou-se o encurvamento do ápice da planta com uma pequena formação de gemas axilares. Os nós e entrenós se distribuíram desuniformemente pelo caule da planta; o coleto adquiriu uma coloração róseo-parda e esteve altamente fissurado. As raízes adquiriram pontas engrossadas e depois necróticas. Lange et al. (2005),

verificaram que as folhas mais novas de plantas de mamoneira sob omissão de B apresentavam uma deformação do tecido, gerando folhas encarquilhadas, espessas e enroladas para baixo.

O boro é essencial para a germinação dos grãos de pólen e para o crescimento do tubo polínico (ABPPF, 1998) desempenha funções no alongamento celular, na síntese dos ácidos nucléicos, nas respostas hormonais e no

funcionamento de membranas (SHELP, 1993). Ferreira (2004) observou em plantas de mamona submetidas à deficiência por boro um superbrotamento do caule, pecíolos quebradiços nas folhas do ponteiro, baixa formação de frutos, frequente seca do pedúnculo e queda de frutos em formação.

Os sintomas de deficiência de manganês ocorreram com a formação de manchas esbranquiçadas (claras) por todas as folhas (Figura 1B), com maior amarelecimento nas folhas mais velhas, com posterior necrose dessas porções. As raízes sofreram um escurecimento e morte da raiz principal. Ferreira (2004) não pode observar com clareza os sintomas de deficiência de manganês em plantas de mamoneira. O manganês atua principalmente como parte do sistema enzimático nas plantas, ativa várias reações metabólicas importantes e tem ação direta na fotossíntese (ABPPF 1998), requerido para a integridade da membrana do cloroplasto e para a liberação do oxigênio na fotossíntese (RAVEN et al., 2001).

Após 47 dias de cultivo em hidroponia, a deficiência de ferro se manifestou por pequenas manchas necróticas circulares distribuídas por todo o limbo foliar (Figura 1C), desde as folhas novas até as mais velhas. Quinze dias após houve paralisação do crescimento, com significativo encurtamento do ápice caulinar, advindo da formação de pequenas folhas, que passaram por amarelecimento, necrosaram e sofreram senescência. As raízes adquiriram coloração altamente amarronzada e não foi verificado desenvolvimento de gemas axilares. Observou-se pecíolos amarelados, contrastando com a porção de inserção do caule que se manteve verde. Ferreira (2004) não observou visualmente com clareza a manifestação de deficiência de ferro em plantas de mamona (*Ricinus communis* L.) entre 50-60 dias após a emergência. O ferro é um catalisador que ajuda na formação da clorofila, age como um carregador de oxigênio e ajuda a formar certos sistemas respiratórios envolvendo enzimas (ABPPF, 1998).

A deficiência de molibdênio ocorreu nas folhas mais velhas, sendo inicialmente caracterizado por manchas amareladas pelo limbo foliar (Figura 1D), que avançavam com o tempo tornando a folha toda amarelada, causando sua queda. O caule apresentou pouca divisão entre nós e entrenós, e quando ocorriam, os entrenós eram mais unidos. Ainda observou-se pequenas necroses em pontos marginais da folha e pouco desenvolvimento das gemas terminais. Segundo Ferreira (2004) a subtração de molibdênio provoca ligeira perda de cor nas folhas inferiores, com descoloração homogênea em todo o limbo foliar, entretanto não houve maiores danos ao crescimento e à produção das plantas. O Molibdênio é necessário para a fixação de nitrogênio e a redução do nitrato (RAVEN et al., 2001). O molibdênio é também essencial para converter o fósforo inorgânico em formas orgânicas na planta (ABPPF, 1998).

As plantas submetidas à deficiência de cálcio (Figura 1H) promoveram pouco crescimento do sistema

radicular das plantas. As raízes ficaram escurecidas, com alto índice de apodrecimento. As plantas cessaram seu crescimento apical, e permaneceram com aspecto raquítico. As plantas geraram folhas pequenas que logo murchavam, necrosavam e sofriram senescência. Não houve desenvolvimento das gemas laterais. O caule adquiriu uma coloração rósea de grande destaque. Também foi observada uma deformação na porção radicular próxima ao coleto e a formação de cicatrizes fissuradas de coloração branca, estendendo-se até a coifa. Santos et al. (2004) descreveram que 70 dias após a emergência as plantas de mamona submetidas à deficiência de cálcio tiveram suas folhas com clorose verde-amarelada seguido do encurvamento dos bordos das folhas maduras.

Os sintomas advindos da deficiência por magnésio foram a clorose das folhas (Figura 1G), que tiveram início nas folhas mais velhas, de forma severa, abrangendo toda a superfície foliar, fazendo com que a folha se tornasse amarelada. Tal amarelecimento evoluía, promovendo a necrose em pontos pela folha. As nervuras permaneciam verdes, contrastando com as manchas cloróticas. O magnésio é componente da molécula de clorofila e ativador de muitas enzimas (RAVEN et al., 2001). Segundo Santos et al. (2004) a deficiência só ocorreu 60 dias após a emergência, mostrando folhas deitadas sobre o caule e uma leve clorose internerval nas folhas inferiores que logo progrediram para clorose amarelada com as nervuras verdes bem distintas.

A deficiência de enxofre se manifestou pela formação de internódios curtos na porção mediana do caule. Observou-se uma pequena clorose nas folhas mais novas e maior severidade nas folhas mais velhas (Figura 1I), com conseqüente necrose em porções das margens dos lóbulos foliares. Formaram-se raízes esbranquiçadas e nenhum desenvolvimento de gemas axilares. O caule se mostrou fraco ao toque. Também se observou uma mudança abrupta de coloração na porção inicial do caule (róseo para o verde). O enxofre é um dos componentes de alguns aminoácidos, proteínas e da coenzima A, além de promover a nodulação para a fixação de N pelas leguminosas (RAVEN et al., 2001).

Os sintomas de nitrogênio ocorreram logo no início do desenvolvimento do experimento. As plantas apresentaram um crescimento lento com pequeno desenvolvimento radicular em relação ao comprimento, geraram folhas pequenas que sofreram senescência precoce. As plantas morreram antes de completar 60 dias de experimentação. A deficiência de nitrogênio se manifestou inicialmente por forte atraso no desenvolvimento da planta. Santos et al. (2004) observaram forte redução no crescimento e baixa estatura de plantas submetidas à deficiência de nitrogênio. O nitrogênio é um macronutriente primário essencial, por participar da formação de proteínas, aminoácidos e de outros compostos importantes no metabolismo das plantas. Sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas,

causando redução do seu tamanho e consequentemente redução da produção econômica das sementes. O nitrogênio é necessário para a síntese da clorofila e, como parte da molécula da clorofila, está envolvido na fotossíntese (ABPPF, 1998).

As plantas de mamona submetidas à deficiência de fósforo não apresentaram sintomas de fácil detecção, não apresentando sintomas com clareza. Segundo ABPPF (1998), a deficiência de fósforo é difícil de ser detectada em muitas culturas.

As plantas submetidas à deficiência de potássio apresentaram em suas folhas inferiores clorose internerval verde-amarelo-claro (Figura 1E), que evoluíram para clorose nos lóbulos superiores das folhas. Essa clorose evoluiu e promoveu o ressecamento das bordas foliares, causando o enrugamento sobre a face superior da folha, murchamento e posterior queda.

A deficiência de zinco se caracterizou pela cor branca em pontos localizados pelo limbo foliar das folhas mais novas, e nas folhas mais velhas formaram-se manchas amareladas com maior destaque para um dos lados da folha e clorose internerval. As raízes tornaram-se esbranquiçadas com as pontas necrosadas. O zinco auxilia na síntese de substâncias que atuam no crescimento e nos sistemas enzimáticos, é essencial para a ativação de certas reações metabólicas e é necessário para a produção da clorofila e formação dos carboidratos (ABPPF 1998). Ferreira (2004) não observou visualmente com clareza a manifestação de deficiência de ferro e zinco em plantas de mamona (*Ricinus communis* L.) entre 50-60 dias após a emergência.

Os sintomas iniciais da deficiência de cobre incluíram manchas esbranquiçadas distribuídas pelo limbo foliar. Essas manchas evoluíram com o tempo e passaram a dominar o limbo tornando a folha de coloração verde-claro (Figura 1F), exceto a região que margeia as nervuras, acarretando sua senescência. O cobre é necessário para a formação da clorofila nas plantas, catalisa vários processos no metabolismo vegetal e é necessário à promoção de diversas reações, apesar de, geralmente, não fazer parte dos produtos formados por essas reações (ABPPF 1998).

A solução completa, por sua vez, evidenciou crescimento consideravelmente baixo, sugerindo que as concentrações utilizadas não foram adequadas para o desenvolvimento normal das plantas, fato este também evidenciado por Matheus et al. (2011) em experimentação com *Hymenaea courbaril* var *stilbocarpa*.

Conforme a tabela 2, observar-se que não houve diferença estatística para o parâmetro massa seca das raízes entre os diferentes tratamentos. Para o parâmetro altura da parte aérea somente os tratamentos sob deficiência de Nitrogênio (N) e Cálcio (Ca) se diferenciaram dos demais tratamentos. Analisando os resultados de comprimento das raízes, observa-se que somente os tratamentos sob deficiência de Molibdênio (Mo), Nitrogênio (N) e Enxofre (S) se diferenciaram dos demais tratamentos. Para o atributo massa seca da parte aérea os tratamentos sob deficiência de Ca e N apresentaram as menores médias; as maiores médias foram observadas para os tratamentos sob deficiência de Zinco (Zn), Manganês (Mn), S, Magnésio (Mg), Potássio (K) e Mo.

Tabela 2. Valores médios da altura da parte aérea (APA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) no experimento com elemento faltante. Alegre – ES, 2012.

APA		CR		MSPA		MSR	
Tratamento	Média	Tratamento	Média	Tratamento	Média	Tratamento	Média
S	30,50a	Test	23,75a	Zn	4,165a	Zn	2,497
Zn	29,75a	B	23,25a	Mn	3,477a	Mn	1,916
P	29,00a	Cu	23,25a	S	3,305a	Mo	1,6305
Mg	26,90a	Ca	22,25a	Mg	3,192a	Test	1,4265
Mo	26,50a	Mg	21,75a	K	3,135a	K	1,3455
Mn	25,25a	Fe	21,25a	Mo	2,824a	Mg	1,2225
K	25,00a	P	21,00a	Test	2,660a	S	1,1995
Test	24,25a	Mm	20,75a	Cu	1,989b	Cu	1,1695
Fe	23,75a	Zn	20,25a	P	1,955b	Fe	0,9605
Cu	22,50a	K	19,25a	B	1,806b	B	0,5590
B	21,25a	Mo	15,75b	Fe	1,603b	P	0,4920
N	12,25b	N	15,25b	Ca	0,175c	Ca	0,1860
Ca	11,25b	S	12,50b	N	0,158c	N	0,1060
C.V(%)	3,47	C.V(%)	5,94	C.V(%)	5,02	C.V(%)	6,98
F	*	F	*	F	*	F	n.s

¹Letras seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.*.(0,01 =< p < 0,05).

A subtração de Ca no meio nutritivo provocou a redução no crescimento vegetativo da mamona, fato este também evidenciado por Santos et al. (2004). Como visto, as plantas subtraídas por N na solução apresentaram

crescimento muito lento, gerando plantas raquíticas e de baixo acúmulo de matéria seca, estas plantas morreram antes de completar 60 dias de experimentação. A deficiência de Zn não se mostrou limitante ao crescimento

das plantas de mamona apresentando os maiores valores para os atributos altura da parte aérea, massa seca da parte aérea e massa seca de raízes, embora estes valores não diferiram estatisticamente dos outros tratamentos. Ferreira (2004) relata que plantas sob deficiência de S apresentam crescimento lento e reduzido, o que não foi comprovado com este estudo, já que as plantas submetidas a deficiência de S apresentaram os maiores valores de altura da parte aérea, no entanto apresentou o menor valor para o comprimento das raízes.

CONCLUSÃO

A omissão de nitrogênio e cálcio foi responsável pela redução do crescimento em altura e de biomassa da parte aérea.

Os menores valores de matéria seca de raiz foram para os tratamentos sob deficiência de cálcio e nitrogênio.

A produção total de massa de matéria seca das plantas é afetada pelas deficiências nutricionais, sendo mais notado em: N>Ca>B>P>Fe; sendo o N o nutriente mais limitante.

REFERÊNCIAS

- ABPPF - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Piracicaba - SP, 1998.
- BASSO, C., WILMAS, F. W. W., SUZUKI, A. Fertilidade do solo e nutrição da macieira. In: EMPASC. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis-SC, p. 236-265, 1986.
- CARTAXO, W. V. O cultivo da mamoneira no semi-árido brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. Circular Técnica 77.
- FERREIRA, M. M. M. Deficiência de enxofre e micronutrientes na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: Congresso Brasileiro de Mamona: Energia e Sustentabilidade, **Anais...** Campina Grande - Paraíba, 2004.
- FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2001. cap. 8, p.63-86.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley: University of California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p.
- 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 Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.61-67, 2005.
- MATHEUS, M.T.; AMARAL, J.A.T.; SILVA, D.G.; GARCIA, D.M.N.; PIZZOL, E.C.S.; SOUSA, F.C.; SANTI, G.C.; GUARIZ, H.R.; LIMA, K.A.; HOFFMANN, R.G. Sintomas de deficiência nutricional em plantas de jatobá. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.17, n.1, 2011.
- OLIVEIRA, I. J.; ZANOTTO, M. D. Eficiência da seleção recorrente para redução da estatura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n. 4, p. 1107-1112, 2008
- PAULO RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 2001.
- RAMOS, M. J. M. **Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar Imperial**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2006.
- SANTOS, A. C. M. FERREIRA, G.B.; XAVIER, R.M.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: Congresso Brasileiro de Mamona: Energia e Sustentabilidade. **Anais ...** Campina Grande - Paraíba, 2004.
- SHELP, B. J. Physiology and biochemistry of boron in plants. In: GUPTA, U. C. (ed) **Boron and its role in crop production**. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 53-85. 1993.
- SILVA, R. N. P. **Crescimento e Sintomas de Deficiências de Macronutrientes em Plantas de Curauá (*Ananas erectifolius* L.B. Smith)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal Rural da Amazônia, Belem, 2006.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p.95-113, 2004.
- VOSE, P. B. Varietal differences in Plant Nutrition. **Herbage Abstracts, Farnham Royal**, v. 33, n. 1, p. 1-13, 1963.