

# Potencial fisiológico de sementes de mamona tratadas com micronutrientes

Rosa Honorato de Oliveira<sup>1\*</sup>, Myrne Jamilly de Lima Souza<sup>2</sup>, Otoniel Magalhães Morais<sup>2</sup>, Bruno Vinícius Castro Guimarães<sup>2</sup> e Hercílio de Assis Pereira Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Cx. Postal 64, 59900-000, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Escola de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: honoratorh@gmail.com

**RESUMO.** O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da aplicação de micronutrientes sobre a germinação e o vigor de sementes de mamona, especificamente a cultivar BRS 149 Nordestina. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos constaram da testemunha, imersão em H<sub>2</sub>O, imersão em B, imersão em Zn, imersão em Cu, imersão em Mn, imersão em Mo e imersão em Fe. Por meio dos resultados obtidos, evidenciou-se incremento na germinação e no vigor com a aplicação de micronutrientes às sementes de mamona. O B influenciou negativamente a germinação e o vigor e aumentou a porcentagem de sementes duras e dormentes.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., germinação, sementes, vigor, plântulas, nutrientes.

**ABSTRACT. Physiological potential of castor bean seeds treated with micronutrients.** The objective of this work was to evaluate the effect of micronutrient application on the germination and vigor of castor bean seeds, cv. BRS 149 Nordestina. A completely randomized design was used, with four repetitions of 25 seeds. The treatments were control, immersion in water, immersion in B, immersion in Zn, immersion in Cu, immersion in Mn, immersion in Mo and immersion in Fe. The results obtained indicate there was an increase in germination and vigor with the application of micronutrients in castor bean seeds. B was the most harmful on germination and vigor, and increased the percentage of impermeable and dormant seeds.

**Key words:** *Ricinus communis* L., germination, seeds, vigor, seedlings, nutrients.

## Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, cujo óleo possui inúmeras aplicações na área industrial com perspectiva de utilização como fonte energética na produção de biocombustível (SEVERINO et al., 2005).

Para se obter altas produtividades é necessário que sementes de qualidade sejam semeadas e, para a produção destas, plantas produtoras devem receber tratamento adequado, como a adubação (SANTOS et al., 2008).

A produção e a qualidade fisiológica das sementes estão diretamente associadas à boa disponibilidade de nutrientes à lavoura, por afetar a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a composição química e, conseqüentemente, o metabolismo e o vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O tratamento de sementes com micronutrientes baseia-se no princípio da translocação dos mesmos da semente para a planta. Assim, a reserva de zinco,

boro e cobre torna-se importante fonte para a nutrição da planta, prevenindo o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência. Por outro lado, estes micronutrientes apresentam ação fungicida (RIBEIRO; SANTOS, 1996). De acordo com estes autores, a fertilização das sementes com altos teores de micronutrientes e sua transferência para as plântulas, durante o processo germinativo e o desenvolvimento inicial das mesmas, permitem suprir parcialmente e, em alguns casos, totalmente as necessidades da planta. Garantem ainda que, quando observaram que a mobilização do zinco ocorre durante o processo de germinação e semente carente neste nutriente, origina planta deficiente em zinco.

Cada micronutriente exerce papel diferenciado nas plantas. As funções básicas do zinco na planta estão relacionadas ao metabolismo dos carboidratos, das proteínas e dos fosfatos e à formação da estrutura de auxinas, de RNA e de ribossomos (BORKET, 1989). Este autor completa ainda que a função do boro está relacionada ao metabolismo de

carboidratos, ao transporte de açúcares, à síntese de RNA e de DNA e de fito-hormônios, à formação das paredes celulares, à divisão celular e ao desenvolvimento de tecidos. O cobre é componente de várias enzimas e encontra-se predominantemente no cloroplasto, fazendo parte da plastocianina (MARSCHNER, 1995; MENGEL; KIRKBY, 1987).

De acordo com Melarato et al. (2002), as funções de ativação enzimática, biossíntese, transferência de energia e regulação hormonal exercidas pelo manganês são fundamentais para formação, desenvolvimento e maturação das sementes. Em função disso, pela sua natureza, o manganês pode estar envolvido, direta ou indiretamente, na qualidade fisiológica das sementes produzidas.

Segundo Marschner (1995) e Abdalla et al. (2008), o molibdênio e o ferro também são constituintes essenciais de várias enzimas nas plantas e participam de processos metabólicos no ciclo de vida. Atuam na transferência de elétrons para a redução de nitrato e na fixação biológica de nitrogênio, exercendo papel tanto estrutural como catalítico.

Alguns estudos visando aumentar o conteúdo de nutrientes, tanto através da aplicação diretamente às sementes, como da imersão destas em soluções contendo determinado nutriente, vêm sendo desenvolvidos com bastante sucesso. Têm-se obtido resultados satisfatórios com boro, cobre, manganês e zinco fornecidos via sementes, muitas vezes, usando-se fontes até mesmo menos solúveis (LOPES, 1997). Porém, estes efeitos têm sido estudados sobre o desenvolvimento e a produção da planta, de forma que os efeitos dos nutrientes minerais, contidos nas próprias sementes sobre o estabelecimento das plantas (JACOB-NETO; ROSSETO, 1998), assim como sobre a qualidade fisiológica das sementes, não têm recebido a mesma atenção.

Trabalhos que visam ao emprego de diversos micronutrientes no tratamento de sementes são importantes, uma vez que as respostas que se têm até o momento são obtidas de forma isolada, para as culturas e nutrientes, restringindo a utilização dos dados obtidos.

Estudos confirmam melhor qualidade fisiológica das sementes quando são produzidas por plantas submetidas à fertilização, ou quando as próprias sementes são fertilizadas (ABDALLA et al., 2008). É importante salientar que a qualidade fisiológica das sementes é influenciada não só pela aplicação de micronutrientes, mas também pela forma de aplicação (LUCHESE et al., 2004), sendo fonte do micronutriente outro fator de variação nas repostas conseguidas. Comparando a eficiência de fontes de zinco aplicados às sementes ao crescimento inicial de

sorgo cv. BRS 304 Prado et al. (2008) observaram que a forma de óxidos promoveu crescimento mais adequado das plântulas do que a forma de sulfato, que, por sua vez, favoreceu mais a absorção do zinco pela parte aérea.

Trabalhando com doses de cobre e zinco em sementes de sorgo, Santos et al. (2008) observaram aumentos no peso de 100 sementes e IVG, IVE na massa seca de plântulas quando as sementes foram tratadas com estes micronutrientes. Observaram também que as plântulas, provenientes de sementes tratadas com cobre, em especial apresentaram incrementos no vigor.

Avaliando a qualidade fisiológica de sementes de milho, Ávila et al. (2006) também obtiveram também aumentos na germinação e no vigor das sementes produzidas nas subparcelas que receberam tratamento de sementes com formulado de micronutrientes (Zn, Mo e B), tendo as respostas variando com os híbridos utilizados. Porém, diminuição na germinação de sementes e no acúmulo de matéria seca radicular e da planta inteira pela aplicação de zinco às sementes de sorgo foi detectada por Yagi et al. (2006), havendo, dessa forma, contradição entre os resultados obtidos.

Luchese et al. (2004), aplicando cobre em sementes de milho, verificaram menor porcentagem de emergência, à medida que se aumentou a dose do nutriente. Cavalcante et al. (1982) também observaram melhor germinação de sementes pela adição de zinco.

Tratando sementes de arroz irrigado com micronutrientes, Ohse et al. (2000/2001) verificaram incrementos nos valores de 9,3, de 5,1 e 6,6% em relação à testemunha pela aplicação de zinco sobre o comprimento da parte aérea, das raízes e total de plântulas, respectivamente. Como o zinco tem como função promover o crescimento, de acordo com os referidos autores, refletir-se-á também em produção de massa seca. Assim, sugerem que o efeito do zinco na produção de massa seca e no crescimento de plântulas deve-se ao fato de o zinco ser necessário para a síntese do triptofano, aminoácido precursor do AIA (ácido indolacético – auxina), hormônio promotor de crescimento.

Segundo Azevedo e Lima (2001), a mamona é uma cultura que responde relativamente bem à adubação com micronutrientes. Essa importância dos micronutrientes na mamoneira também foi confirmada por Lange et al. (2005) quando estudaram a influência do B, do Mn e do Fe no estado nutricional desta cultura.

Embora nutrientes, como boro e zinco, sejam importantes para a produtividade e qualidade de

frutos, sementes e óleo (AZEVEDO; LIMA, 2001), estudos com micronutrientes na mamoneira, especialmente como forma de se aumentar suas reservas nas sementes, favorecendo o processo germinativo e o desenvolvimento inicial das plantas, ainda são incipientes

Tomando como base estas informações, o objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da aplicação de micronutrientes em sementes sobre a germinação e o vigor de sementes de mamona, especificamente a cultivar BRS 149 Nordestina.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, em Vitória da Conquista, Estado da Bahia, utilizando-se sementes de mamona da cultivar BRS 149 Nordestina, em julho de 2005.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado dos tratamentos com quatro repetições de 25 sementes. Os tratamentos constaram da testemunha (sem micronutrientes), imersão em água (deionizada), imersão em boro (B), imersão em zinco (Zn), imersão em cobre (Cu), imersão em manganês (Mn), imersão em molibdênio (Mo) e imersão em ferro (Fe). As fontes utilizadas foram as seguintes com suas respectivas concentrações:  $H_3BO_3$  (0,02 mol L<sup>-1</sup> de B);  $ZnSO_4$  (0,002 mol L<sup>-1</sup> de Zn);  $CuSO_4$  (0,0005 mol L<sup>-1</sup> de Cu);  $MnSO_4$  (0,002 mol L<sup>-1</sup> de Mn);  $H_2MoO_4$  (0,0005 mol L<sup>-1</sup> de Mo) e  $FeSO_4$  (0,2 mol L<sup>-1</sup> de Fe), com base nas concentrações recomendadas para cultivo da mamona em solução nutritiva (LANGE et al., 2005). Para a aplicação dos produtos às sementes, realizou-se inicialmente a dissolução da respectiva fonte e as sementes foram imersas em 250 mL dessa solução, por cerca de três horas. As sementes que receberam apenas água deionizada ficaram imersas por tempo igual, enquanto que as sementes da testemunha não receberam imersão.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos testes:

Teste de germinação (CF): conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), utilizaram-se, como substratos, três folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada no volume de 2,5 vezes o peso do papel seco. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento, organizadas em forma de rolo e mantidas em sacos de plástico no germinador a 25°C e sob luz constante. A primeira contagem foi realizada no terceiro dia e a contagem final, no quinto dia após a instalação do teste.

Primeira contagem de germinação (CI): conduzido junto com o teste de germinação. Consistiu no registro das plântulas normais, avaliadas no terceiro dia do teste de germinação, conforme Brasil (1992).

Índice de velocidade de germinação (IVG): efetuado conjuntamente com o teste de germinação, em que, a partir do terceiro dia após a semeadura, foram feitas contagens do número de sementes germinadas diariamente, até o quinto dia. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962).

Sementes mortas (SM), duras (SDU) e dormentes (SDO): foram consideradas mortas as sementes que, ao longo do teste, apresentavam-se necrosadas; as sementes foram consideradas dormentes quando, ao final do teste, embora tenham embebido, não foram capazes de germinarem. As que, ao final do teste, não tinham absorvido água foram consideradas duras.

Massa seca das plântulas: cinco dias após a semeadura, as plântulas foram colhidas, lavadas, pesadas e colocadas em estufa com circulação de ar forçada, a 65°C, permanecendo até atingirem peso constante, quando foram pesadas novamente em balança de precisão de três casas decimais.

O teste de germinação foi encerrado no quinto dia após a semeadura, quando todas as sementes já haviam germinado e/ou quando as remanescentes se apresentaram deterioradas.

Procedimento estatístico: para fins de análise, os dados de porcentagem foram transformados em  $(x + 1,0)^{1/2}$  e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

### Resultados e discussão

Os resultados obtidos apresentam os efeitos dos micronutrientes aplicados sobre as sementes para todos os parâmetros avaliados (Tabela 1), revelando que os micronutrientes, com exceção do B, afetaram positivamente a primeira contagem de germinação (CI) de sementes de mamona, promovendo incrementos bastante expressivos em relação àquelas sementes que não receberam nutrientes; porém, não houve diferença entre os nutrientes aplicados. Não houve germinação na ausência de tratamento das sementes. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Ávila et al. (2006) que também obtiveram aumentos na germinação e no vigor de sementes de milho tratadas com Zn, Mo, mas também com B, tendo as respostas variado com os híbridos utilizados. Para a cultura do arroz, Ohse et al. (2000/2001) também confirmaram que o tratamento de sementes com Zn, B e Cu pode ser

efetuado antes da semeadura sem prejuízos à germinação e ao vigor da planta, concordando parcialmente com os resultados obtidos para a cultura da mamona neste experimento.

Os dados apontam os micronutrientes Mo e Fe como os que mais contribuíram para aumentar a taxa de germinação final (CF). Meireles et al. (2003) sugerem que o molibdênio melhora a qualidade fisiológica das sementes pela capacidade deste nutriente de reorganizar as membranas celulares das sementes, evitando, assim, perdas de líquidos durante a embebição das sementes.

Dentre os micronutrientes avaliados, o B foi o nutriente que mais reduziu a germinação das sementes de mamona, revelando taxas inferiores àquelas apresentadas pelos tratamentos que não receberam nutrientes. É possível que a dose utilizada neste experimento tenha causado este efeito.

O índice de velocidade de germinação (IVG) também foi maior nas sementes tratadas com Mo, Fe e Cu. Os tratamentos com Mn e Zn também contribuíram para elevar o vigor das plântulas em relação à testemunha, embora em menor proporção que os tratamentos anteriormente citados. Santos et al. (2008) observaram que plântulas provenientes de sementes tratadas com cobre e zinco apresentaram incrementos no vigor. Ohse et al. (2000/2001) também obtiveram incrementos no vigor, representados pela produção de massa seca de plântulas, pela aplicação de zinco em sementes de arroz.

O B foi responsável também pelo menor IVG neste experimento. Redução no vigor de plântulas de arroz pelo fornecimento de B via semente também foi observada por Ohse et al. (2000/2001). Os autores atribuíram este resultado à alta dose do nutriente aplicado nas sementes que pode ter causado fitotoxicidade nas sementes.

De acordo com Pessoa et al. (2000), concentrações altas de sais, próximas à semente, podem ser prejudiciais à emergência das plântulas. Como já discutido anteriormente, é possível que o boro na dose aplicada não seja viável de ser fornecido via semente, ou pelo menos na forma de ácido bórico que possui alta solubilidade.

Os dados referentes à produção de massa de plântulas (Tabela 1) também indicam diferença na resposta dos micronutrientes. A resposta dos nutrientes à produção de massa fresca seguiu a seguinte ordem decrescente: Fe, Mo, Zn, Cu, Mn e B, revelando mais uma vez a importância destes elementos nas características fisiológicas das sementes. Para a produção de massa seca, o Mo foi mais importante que os demais micronutrientes, ficando o Fe e o Zn em segundo lugar. Assim como para as demais características avaliadas, com a

aplicação do micronutriente B, obtiveram-se os piores resultados na massa fresca de plântulas; na massa seca, o tratamento com boro comportou-se semelhante à testemunha.

Segundo Ohse et al. (2000/2001), o zinco tem o papel de promotor de crescimento, dessa forma, sua aplicação se refletirá na produção de matéria seca conforme ocorreu neste experimento. Marschner (1995) também concorda que o efeito do zinco sobre a matéria seca de plantas deve-se ao fato de o mesmo ser necessário para a síntese do triptofano, aminoácido precursor do IAA (ácido indolacético - auxina), hormônio de crescimento em plantas.

**Tabela 1.** Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação (CI) e na contagem final (CF) do teste de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes, massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plântulas de mamona, especificamente a cultivar BRS 149 Nordestina, com aplicação de micronutrientes (Experimento realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes, Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2005).

Tratamentos	CI <sup>1</sup> (%)	CF <sup>1</sup> (%)	IVG	MF (g)	MS (g)
Testemunha	0,0d	70,0c	4,90d	4,63d	0,456d
Água	46,0b	85,0b	8,70c	6,56c	0,657c
B	16,0c	52,0d	4,50d	3,41c	0,385d
Zn	61,0a	80,0b	9,30b	8,46b	0,828b
Cu	67,0a	88,0b	9,84a	7,15c	0,688c
Mn	56,0a	86,0b	9,50b	6,78c	0,661c
Mo	63,0a	93,0a	10,37a	9,04 b	0,982a
Fe	58,0a	98,0a	10,52a	10,50a	0,807b
CV (%)	6,29	3,06	6,82	7,92	8,23

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Dados transformados em  $(x + 1,0)^{1/2}$ .

Na Tabela 2 estão apresentadas as taxas de sementes mortas (SM), sementes duras (SDU) e sementes dormentes (SDO) submetidas ao tratamento com micronutrientes. As maiores porcentagens de SM foram observadas nos tratamentos que receberam Mn, Cu e Zn, sendo estes valores estatisticamente iguais àqueles obtidos em sementes imersas apenas em água. Os demais micronutrientes (B, Mo e Fe) colaboraram para reduzir a porcentagem de SM, comportando-se semelhantemente à testemunha.

Não foi encontrada razão para o aumento de sementes mortas nos tratamentos que receberam alguns micronutrientes, considerando que alguns destes, inclusive, possuem a função de fungicida. Sugere-se, portanto, que a presença daqueles nutrientes na dose aplicada promoveu condições favoráveis à incidência de patógenos.

A presença dos micronutrientes Zn, Cu, Mn, Mo e Fe não alterou a taxa de SDU em relação aos tratamentos que não receberam nutrientes, considerando que apresentaram resultados estatísticos semelhantes aos que não receberam nutrientes. Porém, o B foi responsável por

incrementar a porcentagem de SDU assim como de SDO. Menores taxas de SDO foram verificadas nas sementes tratadas com Mo e Fe, indicando que a presença destes micronutrientes contribuiu para reduzir a porcentagem de sementes dormentes. Os nutrientes Zn, Cu e Mn, embora tenham sido menos efetivos que Mo e Fe, na média foram inferiores aos tratamentos sem nutrientes (imersão em água), cuja média de SDO deste tratamento foi de 22,5 contra 15,33% do Zn, Cu e Mn.

É possível também que a redução nas porcentagens de sementes dormentes e duras tenha ocorrido pela simples embebição das sementes seja em água ou em micronutrientes. A exceção foi apenas o elemento boro, cujo comportamento já foi devidamente comentado.

Nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), são recomendados diversos tratamentos para se superar dormência causada por impermeabilidade e restrições mecânicas do tegumento. Dentre estes se recomenda a embebição e/ou a imersão das sementes. Popinigis (1977) recomenda para esse fim a imersão em solventes (água quente, álcool, acetona e outros), justificando, possivelmente, a resposta obtida na presente situação.

**Tabela 2.** Porcentagem de sementes mortas (SM), sementes duras (SDU) e dormentes (SDO) de mamona cultivar BRS 149 Nordestina com aplicação de micronutrientes (Experimento realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes, Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2005).

Tratamentos	SM <sup>1</sup> (%)	SDU <sup>1</sup> (%)	SDO <sup>1</sup> (%)
Testemunha	0,0b	0,0b	30,0b
Água	4,0a	0,0b	15,0c
B	0,0b	12,5a	42,0a
Zn	4,0a	2,0b	20,0c
Cu	9,0a	1,0b	12,0c
Mn	11,0a	2,0b	14,0c
Mo	1,0b	2,0b	7,0d
Fé	1,0b	1,0b	2,0d
CV (%)	54,99	43,30	17,57

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Dados em transformados em  $(x + 1,0)^{1/2}$ .

Os resultados apresentados neste ensaio indicam a importância dos micronutrientes, especialmente Fe, Mo e Zn nas características germinativas das sementes de mamona. A importância do Fe, do Mn e também do B para mamoneira já havia sido detectada por Lange et al. (2005) quando estudaram a omissão de micronutrientes em solução nutritiva e observaram sintomas característicos de deficiência assim como redução drástica na produção de massa seca das plantas quando estes nutrientes foram omitidos.

Neste experimento foram observadas respostas diferenciadas dos micronutrientes entre as variáveis analisadas. O efeito de cada nutriente sobre determinados parâmetros está ligado às funções que

o mesmo assume na planta. De acordo com Melarato et al. (2002), as funções de ativação enzimática, biossíntese, transferência de energia e regulação hormonal são fundamentais para formação, desenvolvimento e maturação das sementes e, por isso, os micronutrientes são essenciais nestes eventos.

Os micronutrientes ligados ao metabolismo dos carboidratos pela fotossíntese, a exemplo do zinco, exercem maior efeito sobre os parâmetros de produção de planta, como, por exemplo, a massa seca de plantas (MELARATO et al., 2002). O manganês, por outro lado, está associado à formação de lignina (MARSCHNER, 1995), presente na membrana da parede celular e, dada a sua característica de impermeabilidade, pode influenciar a capacidade e velocidade de absorção de água através do tegumento e, assim, a quantidade de líquidos liberados para o meio durante a fase de embebição do processo de germinação de sementes (TEIXEIRA et al., 2005), justificando dessa forma sua influência na manutenção do vigor das sementes. O molibdênio e o ferro são constituintes essenciais de várias enzimas nas plantas e participam de processos metabólicos no ciclo de vida, atuam na transferência de elétrons para a redução de nitrato e na fixação de biológica de nitrogênio, exercendo papel tanto estrutural como catalítico (ABDALLA et al., 2008; MARSCHNER, 1995) podendo, dessa forma, ter influência na qualidade fisiológica de sementes.

Pode-se observar, também, a baixa eficiência do B em incrementar a qualidade fisiológica das sementes. Pelo contrário, sua presença apresentou-se altamente prejudicial tanto à germinação quanto ao vigor, representados pela primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, massa de plântulas, além de favorecer as porcentagens de sementes duras e dormentes. Considerando que o boro foi apontado como um nutriente importante para a mamoneira (LANGE et al., 2005), as respostas aqui obtidas podem estar ligadas a fatores como fontes, forma de aplicação e doses utilizadas. Como cada nutriente possui uma dinâmica própria, é possível que este nutriente, na forma de ácido bórico, pela sua alta solubilidade, não seja viável de ser fornecido por meio de imersão das sementes em solução por causar fitotoxicidade. Outro aspecto é que, pelo limite estreito entre a deficiência e a toxidez de B para as culturas, a dose utilizada neste experimento pode estar acima do nível tolerado para o fornecimento via semente na mamoneira.

Essa toxidez ocorre em função de a absorção de nutrientes variar com as fontes utilizadas; as de maior solubilidade são mais disponíveis às plantas

que as menos solúveis. Dessa forma, doses altas associadas a fontes solúveis levam à toxicidade do nutriente porque as sementes não possuem mecanismo eficiente para evitar a absorção excessiva destes que se encontram em alta concentração.

Acredita-se que estas questões possam ser elucidadas por meio da realização de experimentos que visem determinar doses e fontes adequadas de micronutrientes a serem fornecidas via sementes para a mamoneira, além de realizar a análise química do tecido das plântulas a fim de estudar a taxa de absorção dos micronutrientes pelas sementes.

### Conclusão

A qualidade fisiológica das sementes de mamona é afetada pela aplicação de micronutrientes às sementes. O boro, na dose aplicada, afeta negativamente a qualidade fisiológica das sementes e aumenta taxa de sementes duras e dormentes. O molibdênio e o ferro são os micronutrientes que mais contribuem para incrementar a germinação das sementes e o vigor das plântulas de mamona. O molibdênio e o ferro, além de melhorar a qualidade fisiológica das sementes, contribuíram para reduzir a porcentagem de sementes mortas.

### Referências

- ABDALLA, S. R. S.; PROCHNOW, L. I.; FANCELLI, A. L. **Simpósio discute como utilizar insumos e recursos para otimizar a produtividade do milho**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute – Brasil, 2008. (Informações Agronômicas, 122).
- ÁVILA, M. R.; BRACCHINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P.; FACCIOLI, F. S. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safrinha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 535-543, 2006.
- AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.
- BORKET, C. M. Micronutrientes na planta. In: BÜLL, L. T.; ROSOLEM, C. A. (Ed.). **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p. 309-329.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas para a produção de semente fiscalizada CESP/RS**. Porto Alegre: DFRA/RS, 1992.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.
- CAVALCANTE, J. I. V.; SILVEIRA, J. F.; VIEIRA, M. G. G. C. Influência do nitrogênio, fósforo, potássio e zinco na germinação de sementes de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 4, n. 3, p. 27-33, 1982.
- JACOB NETO, J.; ROSSETTO, C. A. V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 171-183, 1998.
- LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C.; 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, n. 1, p. 61-67, 2005.
- LOPES, A. S. **Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agrônoma**. São Paulo: ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1997. (Boletim Técnico, 8).
- LUCHESE, A. V.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; LUCHESE, E. B.; BRACCINI, M. C. L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1949-1952, 2004.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1995.
- MEIRELES, R. C.; REIS, L. S.; ARAÚJO, E. F.; SOARES, A. S.; PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, G. A. Efeito da época e do parcelamento de aplicação de molibdênio, via foliar, na qualidade fisiológica das sementes de feijão. **Revista Ceres**, v. 50, n. 292, p. 699-707, 2003.
- MELARATO, M.; PANOBIANCO, M.; VITTI, G. C.; VIEIRA, R. D. Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 32, n. 6, p. 1069-1071, 2002.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4th ed. Bern: International Potash Institute, 1987.
- OHSE, S.; MARODIM, V.; SANTOS, O. S.; LOPES, S. J.; MANFRON, P. A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v. 7-8, n. 1, p. 41-79, 2000/2001.
- PESSOA, A. C. S.; LUCHESE, E. B.; LUCHESE, A. V. Germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho, em resposta ao tratamento de sementes com boro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 939-945, 2000.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: Agiplan, 1977.
- PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E. Aplicação de zinco em sementes de sorgo cv BRS 304: efeitos na nutrição e no crescimento inicial. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 471-478, 2008.
- RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. **Ciência Rural**, v. 26, n. 1, p. 159-165, 1996.
- SANTOS, H. C.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; FRAGA, V. S. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta a adubação com zinco. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 64-74, 2008.

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

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 83-88, 2005.

YAGI, R.; SIMILI, F. F.; ARAÚJO, J. A.; PRADO, R. M.; SANCHEZ, S. V.; RIBEIRO, C. E. R.; BARRETTO, V.

C. M. Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 655-660, 2006.

*Received on August 26, 2008.*

*Accepted on March 4, 2009.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.