



Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta ao tratamento com fertilizante à base de zinco e molibdênio

Seed quality of sorghum in response to treatment with fertilizer-based zinc and molybdenum

Samille Grazyelle Soares da Cunha¹, Andréia Márcia Santos de Souza David¹, Hugo Tiago Ribeiro Amaro², Dorismar David Alves¹, Edson Marcos Viana Porto¹

¹Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes). Av. Reinaldo Viana, 2630. Caixa Postal 91, CEP: 39440-000, Janaúba, MG. Email:samilleg@hotmail.com

²Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Fitotecnia, Viçosa, MG

Recebido em: 02/02/2014

Aceito em: 25/08/2015

Resumo. A aplicação de micronutrientes via tratamento de sementes, visando aumentar a produtividade, tem apresentado resultados positivos. É crescente o uso de novos produtos para incorporação de aditivos às sementes, objetivando melhorar seu potencial produtivo. No entanto, pouco se sabe sobre o real efeito desses produtos no desempenho fisiológico das sementes. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta ao tratamento com fertilizantes à base de zinco e molibdênio (Zn 35%; Mo 3,5%). O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Unimontes, campus Janaúba. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições por tratamentos, em esquema fatorial 2 x 2, utilizando duas cultivares de sorgo (BRS 610 e Volumax) e duas doses de fertilizante (0,0 L e 0,3 L do produto por hectare). Foram realizadas as seguintes determinações para avaliação da qualidade fisiológica das sementes: teor de água, peso de 100 sementes, germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, teste frio, massa fresca de plântulas, massa seca de plântulas e comprimento de plântulas. As sementes de sorgo da cultivar Volumax apresentam qualidade fisiológica superior à BRS 610. A qualidade fisiológica das sementes é influenciada positivamente pela aplicação de fertilizante a base de zinco e molibdênio.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* L., germinação, micronutrientes, vigor

Abstract. The application of micronutrients in the seed treatment, to increase productivity, has shown positive results. A growing use of new products for incorporation of additives to the seeds, in order to improve their productive potential. However, little is known about the actual effect of these products on the physiological performance of the seeds. Thus, the aim of this work was to evaluate the physiological quality of seeds of sorghum in response to treatment with fertilizer-based zinc and molybdenum (35% Zn, 3.5% Mo). The experiment was conducted at the Laboratory of Seed Analysis Unimontes, campus Janaúba. The experimental design was completely randomized (CRD) with six replications per treatment in a factorial 2 x 2, using two cultivars of sorghum (BRS 610 and Volumax) with two doses of fertilizer (0.0 L and 0.3 L product per hectare). The following determinations were carried out to evaluate the physiological quality of seed water content, 100 seed weight, germination, first count germination, seedling emergence, speed of emergence index, cold test, fresh weight of seedlings, seedling dry weight and seedling length. The seeds of sorghum cultivar Volumax present physiological quality than the BRS 610. The physiological quality of seeds is positively influenced by the application of based fertilizer zinc and molybdenum.

Keywords: *Sorghum bicolor* L., germination, micronutrients, vigor

Introdução

O sorgo é o quinto cereal mais cultivado no mundo, utilizado principalmente na alimentação animal e como matéria-prima para a produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, tintas e vassouras.

Está entre as espécies alimentares mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético quanto em velocidade de maturação (Ribas, 2003).

Em função da demanda crescente pelo uso de sementes de alta qualidade para o estabelecimento



de uma agricultura mais produtiva e sustentável, sua utilização é componente essencial para a implantação de qualquer sistema de cultivo, pelo fato de assegurar populações adequadas de plantas, em ampla faixa de condições ambientais e, conseqüentemente, permitir a expressão do potencial máximo da cultivar em questão (Barbosa et al., 2012).

Aumenta a cada ano o surgimento de novos produtos para incorporação de aditivos às sementes, objetivando melhorar seu potencial produtivo. No entanto, pouco se sabe sobre o real efeito desses produtos a base de hormônios, micronutrientes, aminoácidos e vitaminas na qualidade fisiológica das sementes e na produtividade das culturas (Ferreira et al., 2007).

Alguns estudos confirmam a melhor qualidade fisiológica das sementes quando são produzidas por plantas submetidas à fertilização, ou quando as próprias sementes o são. Avaliando sementes de aveia preta, Nakagawa et al. (2004) encontraram maiores valores de germinação e primeira contagem quando produzidas em solos com boa fertilidade. Em sementes de feijão-vagem, a qualidade fisiológica também foi influenciada positivamente pela aplicação de nitrogênio (Oliveira et al., 2003).

Segundo Favarin & Marini (2000), apesar dos micronutrientes serem exigidos em pequenas quantidades, são elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas devido às funções que exercem no metabolismo das mesmas, atuando como catalisadores de diversos processos fisiológicos e hormonais. Segundo Ferreira et al. (2007), a resposta à aplicação de micronutrientes é muito variável, mas o aumento da produtividade e, por conseqüência, a diminuição do custo relativo, tem motivado produtores a utilizá-los. Nesse sentido, o tratamento de sementes é uma alternativa para a aplicação de alguns micronutrientes, com resultados amplamente positivos para certas condições específicas. Representam menores custos para a aplicação, maior uniformidade de distribuição e bom aproveitamento pela planta (Luchese et al., 2004), sendo uma prática mais fácil e eficaz de adubação. Lopes & Souza (2001) também relatam que os principais motivos da utilização de fertilizantes contendo micronutrientes são o desenvolvimento de variedades com elevado potencial produtivo.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta ao tratamento com fertilizantes à base de Zn e Mo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), localizado no município de Janaúba, Minas Gerais.

Foram utilizadas sementes de sorgo da cultivar BRS 610, provenientes da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Unidade Regional Norte de Minas Gerais, município Nova Porteirinha, e da cultivar Volumax, proveniente da Empresa de Assistência técnica e Extensão Rural (EMATER).

As sementes foram tratadas com o fertilizante Broadacre[®], a base de Zinco (35%) e Molibdênio (3,5%), diluído em água destilada, onde foram utilizados 0,3 litros do produto por hectare de sementes plantadas. O contato da semente com a solução contendo os micronutrientes aconteceu minutos antes da realização das análises, sendo que a testemunha não foi umedecida. O fertilizante Broadacre[®] foi aplicado nas sementes acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 2,0 kg, com auxílio de uma pipeta graduada. Após aplicação do produto sobre as sementes, o conjunto foi agitado vigorosamente durante quatro a cinco minutos, visando uniformizar a distribuição do tratamento sobre a massa de sementes.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com seis repetições por tratamentos dispostos em arranjo fatorial 2 x 2, sendo duas doses do fertilizante (0,0 L e 0,3 L ha⁻¹ do produto) e duas cultivares (BRS 610 e Volumax).

Foram realizadas as seguintes determinações para avaliação da qualidade fisiológica das sementes: teor de água, peso de 100 sementes, germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, teste de frio, matéria fresca e seca de plântulas, comprimento de plântulas.

Teor de água: foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), utilizando o método da estufa, a 105 ± 3°C, durante 24 horas, com quatro repetições de 33 sementes por tratamento, com os resultados expressos em % de teor de água.

Peso de 100 sementes: foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes por cultivar, contadas ao acaso, sendo as amostras pesadas em balança de precisão de 0,001 gramas e os valores médios expressos em g (Brasil, 2009).

Teste de germinação: foi realizado seguindo os critérios estabelecidos nas RAS (Brasil, 2009), utilizando seis repetições de 50 sementes por



tratamento. Foram utilizadas três folhas de papel Germitest[®] por rolo, umedecidas com água destilada, em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinador previamente regulado à temperatura constante de 25 °C. As avaliações foram realizadas no quarto e décimo dias após a montagem do teste, e os resultados de germinação foram expressos em porcentagem de plântulas normais, quando foram avaliadas também as porcentagens de plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras.

Primeira contagem de germinação: os resultados do teste de primeira contagem foram obtidos pelo número de plântulas normais, determinado por ocasião da primeira contagem do teste de germinação, ou seja, quarto dia após a montagem (Brasil, 2009).

Emergência de plântulas: foi conduzido sob condições controladas de laboratório, utilizando como substrato areia lavada e esterilizada em estufa a 200 °C, durante duas horas. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas com 3 cm de profundidade e o teor de água foi mantido com irrigações leves diariamente (Brasil, 2009). Foram utilizadas seis repetições de 50 sementes e os resultados foram obtidos pelo número de plântulas normais emergidas, determinado por ocasião do décimo dia após a montagem do experimento.

Índice de velocidade de emergência: foi conduzido em conjunto com o teste de emergência de plântulas, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas normais emergidas até a estabilização da emergência. Ao final do teste, foi calculado o índice de velocidade de emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

Teste de frio: foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em rolos de papel umedecido em quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Após a semeadura, os rolos foram colocados no interior de sacos de plástico e vedados com fita adesiva, sendo mantidos em câmara regulada a 10°C, durante sete dias. Após este período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para um germinador à temperatura constante de 25°C, onde permaneceu por quatro dias; a seguir foi contado o número de plântulas normais (Brasil, 2009).

Comprimentos de plântulas: no final do teste de emergência foi determinado, com o auxílio de uma régua milimétrica, o comprimento das plântulas (raiz até parte aérea) consideradas normais, sendo os resultados expressos em cm/plântula.

Massa fresca e seca de plântulas: realizada utilizando-se as plântulas normais obtidas no final do teste de emergência, que foram pesadas em balança de precisão 0,001 g, para obtenção da massa fresca de plântulas. Para determinação da massa seca as plântulas foram acondicionadas (sem os cotilédones) em sacos de papel, e levadas à estufa com circulação de ar a 65°C, durante 72 h. Decorrido esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecador e novamente pesadas em balança de precisão, sendo o peso obtido, por repetição, dividido pelo número total de plântulas normais, com os resultados expressos em MG plântula⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste "F", sendo que as características significativas em nível de 5% de probabilidade foram submetidas ao teste Tukey, também em nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os resultados do teor de água de sementes indicaram que, durante a condução do experimento, as cultivares BRS 610 e Volumax apresentaram valores médios de 10,5 e 10,0% de umidade, respectivamente. Vale ressaltar que esses valores estão dentro do limite permitido pelas normas e padrões para comercialização de sementes de sorgo, onde o máximo aceito é de 13% de umidade (IMA, 2005).

Observa-se que os teores de água das cultivares estudadas foram próximos e relativamente baixos. A comparação de amostras que apresentam teor de água semelhante é conveniente, pois segundo Coimbra et al. (2009), o teor de água inicial das sementes é um fator primordial para a padronização dos testes a serem realizados visando a obtenção de resultados consistentes. O teor elevado de água pode favorecer o desempenho das sementes durante a realização das análises.

Em relação ao peso de 100 sementes, as sementes provenientes da cultivar Volumax apresentaram maiores valores em relação a BRS 610 (3,0 e 2,4 g, respectivamente). Estas diferenças no peso de 100 sementes possivelmente estão relacionadas ao tamanho das sementes. Nesse sentido, Carvalho e Nakagawa (2000) ressaltam que as sementes de maior tamanho são bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuindo embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas.



Verifica-se que os resultados médios da porcentagem de germinação e sementes mortas foram influenciados ($p < 0,05$) pelas cultivares estudadas. Houve efeito das doses do fertilizante apenas para a variável plântulas anormais não havendo, portanto, interação significativa entre os fatores estudados (cultivares e doses) para nenhuma das variáveis (Tabela 1).

As sementes provenientes da cultivar Volumax apresentaram valores superiores na porcentagem de germinação (90%), enquanto que

para a cultivar BRS 610 os valores verificados foram de 86%. Deve-se ressaltar que apesar da diferença estatística, os valores obtidos na porcentagem de germinação para as duas cultivares estudadas estão acima do padrão nacional mínimo exigido comercialmente, para sementes básica de sorgo, que está estabelecida em 80%. A porcentagem de sementes mortas foi superior para as sementes provenientes da cultivar BRS 610, justificando os valores inferiores observados na porcentagem de germinação (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados médios, em porcentagem, de germinação (GER), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM) e sementes duras (SD) de cultivares de sorgo, em função do tratamento com fertilizante composto de Zn e Mo. Janaúba, MG.

Cultivar	Variáveis			
	GER	PA	SM	SD
BRS 610	86 B	8 A	5 A	1 A
Volumax	90 A	7 A	2 B	1 A
Dose				
0,0 L ha ⁻¹	88 A	8 A	3 A	1 A
0,3 L ha ⁻¹	90 A	6 B	3 A	1 A

Dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Verifica-se que não houve efeito de doses do fertilizante na germinação das sementes (Tabela 1). Tal fato demonstra que, possivelmente, as sementes das cultivares estudadas se encontravam bem nutridas e conseqüentemente com boa qualidade. De acordo com Fageria (2000), na literatura são relatadas respostas positivas de aplicações de zinco em cereais, principalmente em milho, arroz e trigo. Sabe-se que a deficiência de zinco reflete na altura e no rendimento das culturas, necessitando de mais estudos que verifiquem os efeitos sobre o desempenho fisiológico das sementes.

Em sementes de milho, Ávila et al. (2006) verificaram aumento na germinação e no vigor das sementes que receberam tratamento de sementes com micronutrientes. Diniz et al. (2007) também verificaram que a incorporação de micronutrientes para o tratamento de sementes aumenta a porcentagem de germinação das sementes e o índice de velocidade de emergência das plântulas. Estudando a aplicação de doses de zinco diretamente nas sementes de sorgo, Yagi et al. (2006) observaram diminuição na germinação das sementes, em desacordo com os resultados obtidos no presente trabalho. Em sementes de trigo, Tavares et al. (2013) verificaram que o recobrimento de sementes de trigo com o produtos a base de zinco,

boro e molibdênio, até a dose de 4 mL kg⁻¹ de semente, não prejudicam a qualidade fisiológica das sementes tratadas e produzidas. Vanzolin et al. (2006) verificaram que sementes dos lotes tratados com micronutrientes apresentaram diferença positiva significativa na germinação com relação à testemunha, já Diniz et al. (2009) observaram redução na qualidade das sementes de alface quando tratadas com o dobro da dose recomendada dos produtos à base de micronutrientes.

Verifica-se que o vigor das sementes de sorgo foi influenciado pelas cultivares e doses do fertilizante (Tabela 2). Em relação ao efeito de cultivares, todos os testes de vigor indicaram as sementes provenientes da cultivar Volumax como mais vigorosas. Observa-se que os testes de vigor confirmaram os resultados do teste de germinação, indicando as sementes da cultivar Volumax como as de melhor desempenho fisiológico. Os testes de vigor se mostram então muito úteis nas etapas de um programa de produção de sementes, como seleção de lotes para a semeadura com base no potencial de emergência das plântulas em campo; avaliação do potencial de armazenamento; avaliação do grau de deterioração; controle de qualidade pós- maturidade, dentro outros (Marcos Filho, 2005).



Tabela 2. Resultados médios de primeira contagem de germinação (PCG), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) e teste frio (TF) de cultivares de sorgo, em função do tratamento com fertilizante composto de Zn e Mo. Janaúba, MG

Cultivar	Variáveis			
	PCG (%)	EP (%)	IVE	TF (%)
BRS 610	83 B	87 B	16,4 B	61 B
Volumax	89 A	95 A	18,5 A	69 A
Dose				
0,0 L ha ⁻¹	87 A	88 B	16,7 A	59 B
0,3 L ha ⁻¹	85 A	95 A	18,1 A	71 A

Dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se também que, quando as sementes foram avaliadas pelo teste de frio, os valores obtidos para as duas cultivares foram baixos quando comparados ao teste de germinação. Entretanto é um resultado importante, uma vez esse teste é considerado um teste de resistência, onde o lote de sementes que melhor resistir às condições adversas de campo é considerado o de maior potencial fisiológico, confirmando as sementes da cultivar Volumax como de melhor qualidade.

Não houve efeito das doses do fertilizante nos resultados de primeira contagem de germinação e índice de velocidade de emergência (Tabela 2). Entretanto, para emergência de plântulas e teste de frio, o tratamento das sementes com o fertilizante a base de zinco e molibdênio proporcionou resultados

superiores em relação à testemunha, sugerindo que, para a cultura do sorgo, os micronutrientes presentes no fertilizante promoveram melhoria no desempenho das sementes. De uma maneira geral observa-se que as sementes das cultivares apresentaram resposta a aplicação do produto, com efeito positivo no vigor das sementes, como já relatado.

Verifica-se que as cultivares e doses avaliadas influenciaram significativamente os resultados de massa seca e comprimento de plântulas, enquanto que a massa fresca sofreu efeito apenas das doses do fertilizante (Tabela 3). Em relação às cultivares, os resultados de massa seca e comprimento de plântulas seguiram a mesma tendência dos demais testes realizados, indicando as sementes da cultivar Volumax como as de melhor qualidade.

Tabela 3. Resultados médios de massa fresca (MF), massa seca (MS) e comprimento de plântulas de cultivares de sorgo, em função do tratamento com fertilizante composto de Zn e Mo. Janaúba, MG.

Cultivar	Variáveis		
	MF (g)	MS (g)	CP (cm)
BRS 610	9,7 A	6,5 B	11,4 B
Volumax	9,3 A	7,6 A	12,2 A
Dose			
0,0 L ha ⁻¹	8,8 B	6,5 B	11,5 B
0,3 L ha ⁻¹	10,2 A	7,6 A	12,1 A

Dentro de cada fator, médias seguidas por diferentes letras na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Verificando o efeito de doses, o tratamento com o fertilizante contendo Zn e Mo foi eficiente no desempenho fisiológico das sementes, em todas as características avaliadas. Certamente a aplicação do produto melhorou o vigor relativo das sementes, originando plântulas com altas taxas de crescimento e capacidade de transformação dos tecidos, bem como maior suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento.

Em trabalho com sementes de soja, Castro et al. (2008) obtiveram resultados semelhantes para as variáveis comprimento de plântulas. Estes resultados diferem dos encontrados por Yagi et al. (2006), que não observaram aumento de massa seca de parte aérea de sorgo, com a aplicação de doses de zinco nas sementes. Esses mesmos autores observaram diminuição na massa seca das raízes e da planta inteira. Possivelmente, este nutriente em excesso nas



sementes causou toxicidade nas plantas, fato não observado no presente trabalho.

O fato das sementes das diversas culturas responderem de maneira diferenciada à aplicação de fertilizantes possivelmente está associado a mecanismos metabólicos expressos pelas sementes, bem como interação entre os micronutrientes presentes no produto; condições fisiológicas da planta-mãe; maturação das sementes e base genética da própria cultivar, sendo necessários mais estudos que avaliem o efeito dos fertilizantes no desempenho fisiológico das sementes. Nesse sentido, Raven et al. (2007) relatam que a resposta a um dado regulador não depende somente da sua estrutura química, mas também de como ele é reconhecido pelo tecido alvo.

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 (Ávila et al., 2006), sendo pouco os estudos quando esses produtos são aplicados associados com dois (Meschede et al., 2004) ou mais elementos (Bays et al., 2007). Com relação à qualidade fisiológica das sementes, as respostas são obtidas apenas para o tratamento imediatamente após seu tratamento com micronutrientes e não após a sua produção, como indicam os trabalhos realizados por Ribeiro et al. (1994).

O emprego de novas tecnologias no setor de sementes, como a utilização de aditivos no tratamento das mesmas, poderia trazer benefícios como o aumento da germinação e vigor das sementes e, conseqüentemente, a qualidade das plântulas no estabelecimento de novas áreas de produção. A principal característica do tratamento de sementes é a aplicação de pequenas doses desses produtos com alta precisão, contribuindo para a redução de custos e produtos químicos lançados ao meio ambiente (Albuquerque et al., 2009). Entretanto, são necessários mais estudos sobre o efeito de produtos contendo micronutrientes sobre o desempenho de sementes das culturas de interesse agrícola, como o sorgo.

Conclusões

As sementes de sorgo da cultivar Volumax apresentam qualidade fisiológica superior à BRS 610;

A qualidade fisiológica das sementes é influenciada positivamente pela aplicação de fertilizante composto de zinco e molibdênio.

Referências

AVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MARTORELLI, D.T.; ALBRECHT, L.P.; FACIOLLI, 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. 04, p. 535-543, 2006.

ALBUQUERQUE, K. A. D.; SILVA, P. A.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; BOTELHO, F. J. Desenvolvimento de mudas de alface a partir de sementes armazenadas e enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 05, p. 56-65, 2009.

BARBOSA, R.M.; SILVA, C.B.; MEDEIROS, M.A.; CENTURION, M.A.P.C.; VIEIRA, R.D. Condutividade elétrica em função do teor de água inicial de sementes de amendoim. **Ciência Rural**, v. 42, n. 01, p.45-51, 2012.

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A.A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e Polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 02, p.60-67, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 2009. 365 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASTRO, G.S.A.; BOGIANI, J.C.; SILVA, M.C.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008.

COIMBRA, R.A.; MARTINS, C.C.; TOMAZ, C.A.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce (*sh2*). **Ciência Rural**, v. 39, p. 2402-2408. 2009.

DINIZ, K.A.; OLIVEIRA, J.A.; SILVA, P.A.; GUIMARÃES, R.M.; CARVALHO, M.L.M. Qualidade de sementes de alface enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento



- durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 01, p.228-238, 2009.
- DINIZ, K.A.; SILVA, P.A.; VEIGA, A.D.; ALVIM, P.O.; OLIVEIRA, J.A. Qualidade fisiológica e atividade enzimática de sementes de alfaca revestidas com diferentes doses de micronutrientes, aminoácidos e reguladores de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.4, p.396-400, 2007.
- FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo do cerrados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.03, p.390-395, 2000.
- FAVARIN, J. L.; MARINI, J. P. **Importância dos micronutrientes para a produção de grãos**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-micronutrientes.htm>>. Acesso em: 26/08/2010.
- FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, E.V.R.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 02, p.80-89, 2007.
- INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA - IMA. **Normas e padrões para a produção de sementes de sorgo (2005)**. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/vegetal/sementes/padrao_semente/sorgo.pdf:Acesso em: 06/10/2010.
- LOPES, A.S.; SOUZA, E.C.A. **Filosofias e eficiência de aplicação**. In: FERREIRA, M.E. et al. (Ed.). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, 2001. p. 255-282.
- LUCHESE, A.V.; GONÇALVES JUNIOR, A.C.; LUCHESE, E.B.; BRACCINI, M.C. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. **Ciência Rural**, v. 24, n. 06, 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.01 p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MESCHEDE, D.K.; BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; SCHUA, S.R.P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja em resposta a adubação foliar e tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 26, n. 02, p. 139-145. 2004.
- NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; CASTRO, M.A. Armazenamento de sementes de aveia preta produzidas em solos de diferentes fertilidades. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.02, p.07-14, 2004.
- OLIVEIRA, A.P.; PEREIRA, E.L.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U.; COSTA, R.F.; LEAL, F.R.F. Produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão-vagem em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.01, p.49-55, 2003.
- RAVEN, P.H; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 7a ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 856p. 2007.
- RIBAS, P.M. **Sorgo: introdução e importância econômica**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 16p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).
- RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S.; MENEZES, N.L. Tratamento de sementes de milho com fontes de zinco e boro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 02, p. 116-120, 1994.
- TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BRUNES, A.P.; FRIEDRICH, F.F.; BARROS, A.C.S.A.; VILLELA, F.A. Physiological performance of wheat seeds coated with micronutrients. **Journal of Seed Science**, v.35, n.01, p.28-34, 2013.
- VANZOLINI, S.; MARTINELLI-SENEME, A.; SILVA, M.A. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja tratadas com micronutrientes. **Revista Ceres**, v. 53, n. 309, p. 590-596, 2006.
- YAGI, R.; SIMILI, F.F.; ARAUJO, J.C.; 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. 04, p.655-660, 2006.