

Desempenho fisiológico de sementes de arroz tratadas com macro e micronutrientes

Cassyo de Araujo, Rufino¹; Elisa Souza Lemes¹; Lizandro Ciciliano Tavares¹; Francisco Amaral Villela^{1,2}

¹UFPEL/FAEM. Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96001-970;
²francisco.villela@ufpel.edu.br

Cassyo de Araujo, Rufino; Elisa Souza Lemes; Lizandro Ciciliano Tavares; Francisco Amaral Villela (2013) Desempenho fisiológico de sementes de arroz tratadas com macro e micronutrientes. Rev. Fac. Agron. Vol 112 (1): 11-17.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de arroz tratadas com diferentes produtos contendo macro e micronutrientes. Os tratamentos constaram de cinco produtos, formando combinações de nutrientes, totalizando seis tratamentos, em quatro repetições: Tratamento controle (TC); Tratamento A (Binova Gra®) Zinco (Zn), boro (B) e molibdênio (Mo) na dose de 200 mL por 100 kg de sementes; Tratamento B (PT-4-O®) Matéria orgânica, fósforo (P) e zinco (Zn) na dose de 150 mL por 100 kg de sementes; Tratamento C (Teprosyn Zn®) nitrogênio (N) e zinco (Zn) na dose de 200 mL por 100 kg de sementes; Tratamento D (Microxisto TS®) enxofre (S), cobalto (Co), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) na dose de 100 mL por 100 kg de sementes; Tratamento E (Quimifol Seed 78®) zinco (Zn) na dose de 200 mL por 100 kg de sementes. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de primeira contagem de germinação, germinação, de frio, emergência em campo, comprimento de plântula, biomassa seca e índice de velocidade de emergência. Concluiu-se que o tratamento de sementes de arroz com macro e micronutrientes proporcionou incrementos na qualidade fisiológica das sementes a través do vigor. O tratamento A, de modo geral, foi o mais efetivo, sendo superior aos demais tratamentos em aproximadamente 91% das variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., germinação, vigor.

Cassyo de Araujo, Rufino; Elisa Souza Lemes; Lizandro Ciciliano Tavares; Francisco Amaral Villela (2013) Physiological quality of rice seeds treated with macro and micronutrients. Rev. Fac. Agron. Vol 112 (1): 11-17.

The objective of this study was to evaluate the performance of rice seeds treated with different products in the physiological quality. Treatments consisted of five products, made with nutrients, resulting in six treatments with four replicates, which are: Control (TC); Treatment; Treatment A (Binova Gra®) - Zinc (Zn), boron (B) and molybdenum (Mo) at a dose of 200 mL per 100 kg seed, Treatment B (PT-4-O®) - organic matter, phosphorus (P) and zinc (Zn) in dose of 150 mL per 100 kg seed, Treatment C (Teprosyn Zn®) nitrogen (N) and zinc (Zn) at a dose of 200 mL per 100 kg seed, Treatment D (Microxisto TS®) - sulfur (S), cobalt (Co), molybdenum (Mo) and zinc (Zn) at a dose of 100 mL per 100 kg of seeds; Treatment E (Quimifol Seed 78®) - zinc (Zn) at a dose of 200 mL per 100 kg seed. The physiological seed quality was evaluated by testing the first count, germination, cold test, field emergence, seedling length, dry weight and emergence rate index. We concluded that treatment of rice seeds with macro and micronutrients provided significant increases in seed physiological quality by vigor. The treatment, in general, was the most effective and is superior to other treatments in approximately 91% of the analyzed variables.

Key-words: *Oryza sativa* L., germination, vigor.

Recibido: 27/07/2012

Aceptado: 19/03/2013

Disponibile on line: 18/06/2013

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais consumidos no mundo, ocupando a terceira posição em produção e área de cultivo. No mundo, anualmente são semeados aproximadamente 150 milhões de hectares e a produção atinge cerca de 600 milhões de toneladas base casca, sendo que mais da metade dessa produção provém de lavouras com irrigação, as quais ocupam apenas 25% da área cultivada (Azambuja et al., 2004). O Brasil está entre os dez principais produtores de arroz, atingindo na safra 2010/2011 produção de 12,6 milhões de toneladas, contudo o Rio Grande do Sul foi responsável pela produção de 8,2 milhões de toneladas, sendo o maior Estado produtor brasileiro (Conab, 2011).

O uso de sementes de alta qualidade e o emprego de produtos maximizadores de desempenho vem sendo amplamente utilizado pelos produtores como um dos meios mais efetivos de minimizar custos e riscos. Segundo Baudet e Peske (2007), o aumento do desempenho das sementes ocorre por meio de tratamentos especiais, beneficiamento e procedimentos para melhorar as condições de semeadura. O tratamento de sementes com micronutrientes baseia-se no princípio da translocação da semente para a planta (Ribeiro e Santos, 1996). Os micronutrientes são tão necessários quanto os macronutrientes para a planta. Embora sua necessidade seja menor, a falta de qualquer um destes no solo pode limitar o crescimento das plantas, mesmo que todos os outros nutrientes essenciais estejam presentes em quantidades adequadas (Lopes, 1998).

O tratamento de sementes é uma realidade para aumentar o desempenho das sementes, principalmente daquelas espécies, variedades ou híbridos de alto valor agregado. Algumas preocupações são consideradas relevantes no tratamento das sementes, tais como: fitotoxicidade à semente, redução do impacto ambiental, misturas mais complexas (combinações com fungicidas, inseticidas, inoculantes, micronutrientes, protetores de herbicidas e recobrimento de sementes) e monitoramento da sanidade da semente (Baudet e Peres, 2006).

Em regiões que adotam elevados níveis de tecnologia de manejo das culturas, segundo Ávila et al. (2006), o tratamento de sementes com micronutrientes tem possibilitado elevações significativas de produtividade. A maioria dos micronutrientes constitui-se em ativadores e componentes estruturais de enzimas (Taiz e Zeiger, 2004) que podem favorecer a germinação e o vigor das sementes.

Nas culturas que atingem altas produtividades e bem como nas de interesse econômico, a demanda de conhecimento sobre este tema tem aumentado nos últimos anos. Porém, existe uma necessidade de se estudar a resposta das espécies a macro e micronutrientes, bem a combinação com fungicidas, inseticidas e reguladores de crescimento. Apesar de importante, pouca atenção tem sido dada às

interações envolvendo micronutrientes, as quais podem elucidar melhor suas funções no metabolismo da planta e também controlar sua disponibilidade para as culturas, especialmente em condição de laboratório e de campo (Fageria, 2001). Diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes de arroz tratadas com diferentes produtos contendo macro e micronutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes e em área experimental, ambos da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Foram utilizadas sementes de arroz, cultivar IRGA 424.

As sementes foram tratadas com cinco produtos, formando combinações de nutrientes, sendo aplicados às sementes de acordo com as doses recomendadas: Tratamento controle (TC); Tratamento A (Binova Gra®): Zn, B e Mo nas concentrações de 3,5 %, 0,1 %, 3,4 % peso/volume, respectivamente, na dose de 200 mL por 100 kg de sementes; Tratamento B (PT-4-O®): Matéria orgânica, P e Zn nas concentrações 33,9 %, 18,3 %, 0,22 % peso/volume, respectivamente, na dose de 150 mL por 100 kg de sementes; Tratamento C (Teprosyn Zn®): N e Zn nas concentrações 1,0 % e 36,0 % peso/volume, respectivamente, na dose de 200 mL por 100 kg de sementes; Tratamento D (Microxisto TS®): S, Co, Mo e Zn, nas concentrações 3 %, 1 %, 6 %, 5 % peso/volume, respectivamente, na dose de 100 mL por 100 kg de sementes; Tratamento E (Quimifol Seed 78®): com 45 % de Zn peso/volume na dose de 200 mL por 100 kg de sementes.

O tratamento das sementes foi realizado conforme metodologia proposta por Nunes (2005), com emprego do método manual, sendo as sementes tratadas em sacos de polietileno. As doses foram colocadas diretamente no fundo do saco plástico e espalhadas até uma altura de 0,10 m. A seguir, foram colocadas 0,200 kg de sementes no interior do saco plástico, os quais foram agitados, por três minutos. Na sequência, as sementes foram colocadas para secar em temperatura ambiente durante 24 horas. O volume de calda adotado foi de 6 mL por kg de sementes, sendo ajustada a quantidade de água adicionada, conforme a dose de cada produto.

Para avaliação da qualidade fisiológica das sementes realizaram-se os seguintes testes: *Primeira contagem da germinação (PCG)* - constou da determinação da percentagem de plântulas normais aos sete dias, após a semeadura, por ocasião da realização do teste de germinação. *Germinação (G)* - realizada com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, em substrato de papel de germinação ("germitest"), previamente umedecido em água destilada, utilizando-se a proporção 2,5 vezes a massa do papel seco e

mantido à temperatura de 25 °C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), aos quatorze dias após a semeadura. *Teste de frio (TF)*: foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em substrato de papel de germinação "germitest", previamente umedecidos com água destilada utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram colocados no interior de sacos plásticos e mantidos em refrigerador à 10 °C, durante sete dias. Após este período, procedeu-se o teste de germinação conforme descrito anteriormente, com avaliação aos sete dias. *Emergência de plântulas em campo (EC)* - realizado em canteiros contendo solo, sendo a semeadura realizada manualmente à profundidade de 2-3 cm, com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. A contagem da emergência das plântulas foi realizada aos 21 dias após a semeadura. *Índice de velocidade de emergência (IVE)* - conduzida juntamente com o teste de emergência de plântulas; a velocidade de emergência foi obtida conforme Popinigis (1985). *Comprimento total (CT, cm), parte aérea (CPA, cm) e raiz (CR, cm) de plântula* - a avaliação do comprimento da parte aérea e da raiz foi realizada com quatro subamostras de 20 sementes para cada tratamento. Utilizou-se substrato rolo de papel para germinação do tipo "germitest", no qual as sementes foram distribuídas desencontradas em duas linhas retas longitudinais e paralelas no terço superior do papel. Após a confecção dos rolos, os mesmos foram colocados em germinador regulado à temperatura constante de 25 °C (Nakagawa, 1999). No sétimo dia após a semeadura, foi avaliado o comprimento total, da parte aérea e da raiz das plântulas normais, sendo cada plântula medida separadamente e, em seguida, foi calculado o comprimento médio da parte aérea e da raiz. *Massa seca de plântula (MSP)* - foram utilizadas quatro amostras de 20 sementes de cada tratamento e distribuídas em rolos de papel-toalha umedecidos com água destilada, utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido em germinador a 25 °C, por sete dias (Nakagawa, 1999). Em seguida, as partes das plântulas (parte aérea e raiz) foram colocadas em estufa a 70 °C até peso constante, sendo então pesadas para obter a biomassa seca. Os resultados foram expressos em g. plântula⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, sendo as médias avaliadas por comparações de médias, através do teste de Tukey à 5 % de probabilidade. Os dados percentuais foram transformados em arco-seno da raiz quadrada de x/100. Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o Sistema de Análise Estatística Winstat versão 1.0 (Machado e Conceição, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de germinação não mostraram diferenças entre os tratamentos e no teste de primeira contagem da germinação verificou-se a inferioridade das sementes do tratamento controle relativamente aos demais tratamentos (Tabela 1). Os resultados obtidos concordam dos encontrados por Funguetto et al. (2010), que analisando recobrimento de sementes em arroz com fontes de zinco, fungicida e polímero não verificaram alteração na germinação. Resultados semelhantes também foram obtidos por Rozane et al. (2008) ao utilizar doses de zinco em sementes de arroz (1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 g Zn kg⁻¹.sementes), tendo como fontes sulfato e óxido de Zn em comparação com a testemunha sem Zn. Testando diferentes doses de Zn em sementes de milho, Ribeiro et al. (1994) observaram que não houve interferências estatísticas na germinação. No entanto, em sementes de sorgo tratadas com Zn, Yagi et al. (2006) constataram diminuição da percentagem de germinação. O mesmo foi verificado por Pereira et al. (2005) em sementes peliculizadas de milho, registrando redução de dois pontos percentuais no potencial de germinação. Resultados contrastantes aos encontrados por Slaton et al. (2001) na aplicação de doses de 1,0; 2,2 e 4,7 g de Zn (sulfato de zinco) por kg de sementes de arroz, que aumentou a porcentagem de germinação das sementes. Vale destacar que nas sementes, a maior parte do Zn é encontrada em corpos proteicos, principalmente na forma de sais de ácido fítico que, no processo de germinação, são rapidamente hidrolisados e, assim, disponibilizados às plântulas (Rezende et al., 2009).

Em relação ao TF, observou-se que os tratamentos B e C apresentaram efeito negativo, reduzindo a germinação em 15 e 8 pontos percentuais, respectivamente, em relação às sementes do tratamento controle. Por outro lado, os demais tratamentos não diferiram das sementes do tratamento controle. Os tratamentos utilizados apresentam em sua formulação o micronutriente Zn, e este em condições de frio pode ter causado efeito deletério na germinação das sementes, o que pode justificar os resultados obtidos. Além disso, o teste frio tem como um dos procedimentos a permanência das sementes por um período de sete dias em temperatura de 10 °C, ficando diretamente em contato com o produto e, assim, mesmo em condições de baixo metabolismo, as sementes podem estar absorvendo o produto, podendo ocasionar efeito fitotóxico nas condições do teste frio.

Tabela 1. Germinação (G, %), Primeira contagem de germinação (PCG, %), teste de frio (TF, %), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântulas em campo (EC) de sementes de arroz, cultivar IRGA 424, submetidas ao tratamento com diferentes combinações de macro e micronutrientes. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamentos	Atributos de qualidade				
	G (%)	PCG (%)	TF (%)	IVE	EC (%)
Tratamento Controle	81a*	57b	76a	5,8b	60b
A (Zn+B+Mo)	85a	77a	73a	7,5a	71a
B (Composto carbonado+P+Zn)	83a	74a	61b	8,4a	74a
C (N+Zn)	83a	73a	68b	6,6a	71a
D (S+Co+Mo+Zn)	87a	75a	75a	8,0a	70a
E (Zn)	86a	77a	71a	5,1b	64b
CV (%)	6,2	7,0	8,6	10,5	7,4

As sementes tratadas com os produtos A, B, C e D apresentaram maiores EC e IVE em relação aos demais tratamentos. Com relação ao Mo aplicado via foliar, as respostas têm sido positivas, conforme Diniz et al. (1996) e Andrade et al. (2001). Dentre os micronutrientes, segundo Abreu e Abreu (1998), o B e o Zn são os mais limitantes do desenvolvimento das plantas, devido aos baixos teores disponíveis nos solos, por isso se faz necessário o uso de técnicas que forneçam esses micronutrientes diretamente às sementes. Estudando tratamento de sementes de feijão, cultivares Carioca e Pérola, com micronutrientes, Smiderle et al. (2008) verificaram que para a cultivar Carioca não houve efeito significativo dos tratamentos, combinando Mo+Co+Zn e Mo+Co e da forma isolada de Zn, para as variáveis índice e porcentagem de emergência em campo. Todavia, para a cultivar Pérola ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, sendo a combinação Mo+Co superior às demais, mostrando que ocorrem respostas diferentes entre genótipos, quanto à aplicação de micronutrientes.

A Figura 1 mostra os dados obtidos para comprimento (cm) total (CT), da parte aérea (CPA) e de raiz (CR) de plântulas. O CR foi afetado negativamente com aplicação do tratamento E, enquanto os demais tratamentos não influenciaram esta variável. De acordo com Marschner (1995), essa redução pode ser atribuída à possível toxicidade do Zn, que se caracteriza por uma

inibição do alongamento radicular. Por sua vez, o CPA não foi promovido pelos diferentes tratamentos. Já o CT de plântulas não aumentou estatisticamente pelos tratamentos A, B, C e D. Todavia, o tratamento E provocou uma redução significativa. Possivelmente, a dose utilizada de Zn tenha ultrapassado as necessidades das plântulas e, com isso, tenha ocorrido efeito fito tóxico deste elemento. No entanto, em trabalho com sementes de arroz irrigado, Ohse et al. (1999) obtiveram aumento de 6,2 % na parte aérea, ao utilizarem solução concentrada de Zn ($0,150 \text{ mg. L}^{-1}$), aplicada no substrato. Corroborando estes resultados, Barbosa Filho et al. (1994) e Leão (1990), estudando os efeitos da aplicação de Zn em sementes de arroz, concluíram que a altura de plântulas foi significativamente maior com o fornecimento de Zn por meio do tratamento das sementes.

Na Figura 2 encontram-se os dados da massa seca (g. plântula⁻¹) total (MST), da parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) de plântulas. A MSPA e a MST de plântulas aumentaram pelos tratamentos A, B e C. Os resultados obtidos com os restantes tratamentos não mostraram diferenças estatísticas com o tratamento controle. Estes resultados concordam com as observações de Yagi et al. (2006), que não observaram aumento de massa seca de parte aérea de sorgo, com a aplicação nas sementes de doses de Zn. Trabalhando com sementes de arroz tratadas com Zn, B e Cu, Ohse et al. (2000) não verificaram diferença significativa para a variável MSPA. No entanto, Coutinho et al. (2001) evidenciaram que a aplicação de Zn promoveu incrementos na massa seca, nos teores de Zn e dos outros micronutrientes na parte aérea. O efeito do Zn sobre a massa 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 (Marschner, 1995). Da mesma forma, Melarato et al. (2002) também concordaram que os micronutrientes ligados ao metabolismo dos carboidratos pela fotossíntese, por exemplo, o Zn, exercem maior efeito sobre as variáveis de produção de planta, como a massa seca. Os melhores tratamentos para a variável MSR foram os produtos B e C com 0,1703 e 0,18 g. plântula⁻¹, e em seguida foi o tratamento A, apresentando 0,15 g. plântula⁻¹.

Apesar dos resultados expressivos no desempenho fisiológico das sementes de arroz, ainda existe uma carência de resultados que comprovem o efeito benéfico destes produtos, bem como estudos mais avançados que demonstrem onde esses elementos atuam a nível enzimático e molecular. Além disso, são necessárias mais pesquisas que corroborem a resposta destes produtos em outras culturas.

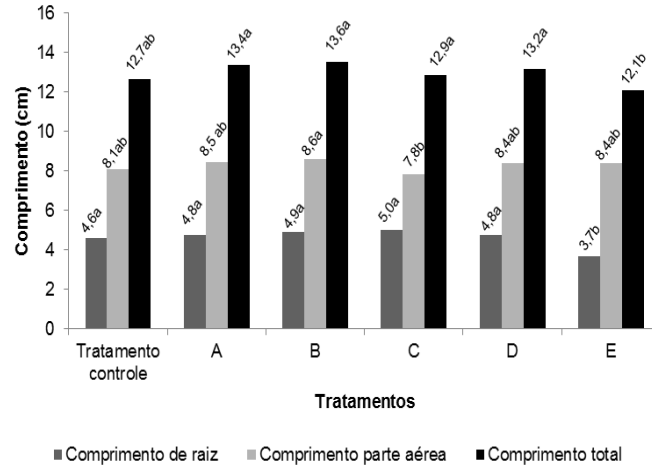


Figura 1. Comprimento (cm) total, da parte aérea e de raiz de plântulas formadas de sementes de arroz, cultivar IRGA 424, submetidas ao tratamento com diferentes combinações de macro e micronutrientes. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

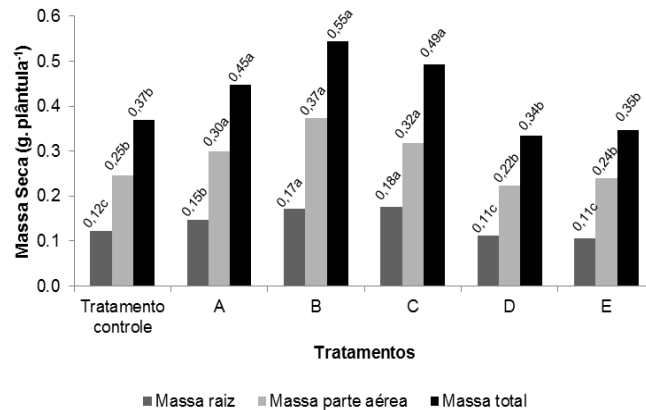


Figura 2. Massa seca (g.plântula⁻¹) da parte aérea, de raiz e de plântulas formadas de sementes de arroz, cultivar IRGA 424, submetidas ao tratamento com diferentes combinações de macro e micronutrientes. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

CONCLUSÕES

O tratamento de sementes de arroz com macro e micronutrientes proporciona incrementos na qualidade fisiológica das sementes através do vigor. O tratamento A, de modo geral, foi o mais efetivo, sendo superior aos demais tratamentos em aproximadamente 91% das variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, C.A. de & M.F. de Abreu.** 1998. Micronutrientes e metais pesados em solos: monitoramento de áreas agrícolas. Anais. FERTBIO 98, v. 1, p. 455, Caxambu - MG.
- Andrade, M. J. B. de, P. E. Alvarenga, R. da Silva, J. G. de Carvalho & A. D. de A. Junqueira.** 2001. Resposta do feijoeiro às adubações nitrogenadas e molibídica e à inoculação com *Rhizobium tropici*. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 25, n. 4, p. 934-940.
- Ávila, M.R., A. de L. Braccini, C.A. Scapim, D.T. Martorelli, L.P. Albrecht & F.S. Faccioli.** 2006. Qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho tratadas com micronutrientes e cultivadas no período de safra. Acta Scientiae Agronomy, Maringá, v.28, n.4, p.535-543.
- Azambuja, I.H.V., F.J. Vernetti Jr. & A.M. Magalhães Junior.** 2004. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, p.23-44.
- Barbosa Filho, M. P., J. F. Dynia & N. K. Fageria.** 1994. Zinco e ferro na cultura do arroz. Brasília: EMBRAPA-SPI, 71p.
- Baudet, L. & W.B. Peres.** 2006. Recobrimento de sementes. Seed News, Pelotas, v. 8, n.1, p. 20-23.
- Baudet, L. & S. Peske,** 2007. Aumentando o desempenho das sementes. Seed News, Pelotas, v.11, n. 5, p. 22-26.
- Brasil.** 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p.
- Conab** – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2010/2011: décimo levantamento 2011. <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>.
- Coutinho, E. L. M., W. Natale, F. Consolini, A.R. da Silva & H.C.J. Franco.** 2001. Resposta do milho doce à adubação com zinco. Ecosistemas, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 2, p. 181-186.
- Diniz, A. R., M.J.B. Andrade, J.G. Carvalho, S.F. Lima & J.A. Lunkes.** 1996. Resposta da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (cobertura e semeadura) e de molibdênio foliar. In: Reunião nacional de pesquisa de feijão, 5, Goiânia. Anais. Goiânia: Embrapa, p. 73-75.
- Fageria, V.D.** 2001. Nutrient interactions in crop plants. Journal Plant Nutrition, New York, v.24, p.1269-1290.
- Funguetto, C. I., J. F. Pinto, L. Baudet & S. T. Peske.** 2010. Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. Revista Brasileira de Sementes. v. 32, n. 2. p. 117-115.
- Leão, R.M.A.** 1990. Efeitos do fósforo e do zinco no comportamento do arroz de sequeiro em Latosolo Vermelho Escuro sob vegetação de cerrado. 1990. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- Lopes, A.S.** 1998. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2 ed., rev. e ampl. – Piracicaba: POTAFOS. 177p.
- Machado, A. A. & A. R. Conceição.** 2003. Sistema de análise estatística para Windows. Winstat. Versão 2.0. UFPel. Pelotas (RS) Brasil.
- Marschner, H.** 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. London: Academic Press. 889p.
- Melarato, M.; M. Panobianco, G. C. Vitti & R. D. Vieira.** 2002. Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja. Ciência Rural, v. 32, n. 6, p. 1069-1071.
- Nakagawa, J.** 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. p. 2.1 – 2.24.
- Nunes, J. C.** 2005. Tratamento de semente - qualidade e fatores que podem afetar a sua performance em laboratório. Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. 16p.
- Ohse, S., O. S. Santos, V. Morodim & P. A. Manfron.** 1999. Efeito do tratamento de sementes de arroz irrigado com zinco em relação à aplicação no substrato. Revista Faculdade Zootecnia, Veterinária e Agronomia, v. 5/6, n. 1, p.35-41,
- Ohse, S.; V. Marodim, O.S. Santos, S.J. Lopes & P.A. G. Manfron.** 2000. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. Revista Faculdade Zootecnia, Veterinária e Agronomia, v. 7, n. 1, p.73-79.
- Pereira, C.E., J.A. Oliveira & J.R.E Evangelista.** 2005. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1201-1208.
- Popinigis, F.** 1985. Fisiologia da Semente. Brasília: AGIPLAN, 289p.
- Rezende, B.L.A., S. Ohse, D. Lisik & R.F. Otto.** 2009. Germinação e vigor de sementes de melancia "Crimson sweet" tratadas com zinco. Horticultura Brasileira, v. 27, n.2, p. 1026-1032.
- Ribeiro, N.D. & O.S. Santos.** 1996. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. Ciência Rural, v.26, n.1, p.159-165.
- Ribeiro, N. D., O. S. Santos & N. L. de Menezes.** 1994. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor das sementes de milho. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 481-485.

Rozane, D. E., R. M. Prado, L. M. Romualdo & R. R. Simões. 2008. Resposta de plântulas de arroz cv. BRS-Soberana à aplicação de zinco via semente. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.3, p.847-854.

Slaton, N.A., C.E. Wilson Junior, S. Ntamatungiro, R.J. Norman & D.L. Boothe. 2001. Evaluation of zinc seed treatments for rice. *Agronomy Journal*, v.93, p.152-157.

Smiderle, O.J., M.H. Miguel, M.V. Carvalho & S.M. Cícero. 2008. Tratamento de sementes de feijão

com micronutrientes: embebição e qualidade fisiológica. *Agro@mbiente On-line*, v. 2, n. 1, p. 22-27.

Taiz, L. & E. Zeiger. 2004. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 719 p.

Yagi, R., F.F. Simili, J.C. Araújo, R.M. Prado, S.V. Sanchez, C.E.R. Ribeiro & V.C.M. Baretto. 2006. Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, p.655-660.