

# Aplicação de zinco em sementes de arroz irrigado e no solo

## Application of zinc on rice seeds and on the soil

Osmar Sousa dos Santos<sup>1(\*)</sup>  
Hercules Nogueira Filho<sup>2</sup>  
Diniz Fronza<sup>3</sup>  
Nilson Lemos de Menezes<sup>4</sup>  
Denise Puntel Basso<sup>5</sup>

### Resumo

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria, com o objetivo de avaliar a eficiência da aplicação de zinco nas sementes da cultivar de arroz irrigado BR-IRGA 410 e em sete amostras de solo, sobre altura de planta, número de afilhos e de panículas, massa fresca e seca da parte aérea e teor de zinco na massa seca da parte aérea das plantas de arroz. O delineamento experimental utilizado foi um bifatorial 4 x 7 em blocos ao acaso, com três repetições. Utilizou-se vaso de latão pintado, revestido com saco plástico, com 3,0 kg de cada solo. Os tratamentos com zinco constaram da aplicação na semente (100 g ha<sup>-1</sup> Zn) tendo como fonte ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (22,73% de Zn), no solo (5,0 kg ha<sup>-1</sup> Zn) sendo a fonte ZincoDur® (28% de Zn), as duas formas de aplicação combinadas e a testemunha sem zinco. Os resultados evidenciaram que não houve diferença estatística significativa nos tratamentos com zinco aplicado em três classes de solo e no tratamento de semente, sobre o crescimento das plantas, com exceção da variável teor de zinco na massa seca da parte aérea que foi superior para os tratamentos com zinco no solo e na semente + solo. O solo Vacacaí (PLANOSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico arênico), originário de São Gabriel (RS), destacou-se dentre os demais nas variáveis de números de afilhos, massa fresca e seca da parte aérea e teor de

---

1 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor Colaborador do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Endereço: Faixa Camobi, km 9, Campus Universitário, CEP: 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; E-mail: osmarsouzasantos@gmail.com  
(\*) Autor para correspondência.

2 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM; E-mail: filhonogueira@gmail.com

3 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM; E-mail: dinizfronza@yahoo.com.br

4 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM; E-mail: nilmenezes@smail.ufsm.br

5 Acadêmica do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM; E-mail: denisebasso@gmail.com

zinco na massa seca da parte aérea, pelo fato de apresentar originariamente teor mais elevado de zinco.

**Palavras-chave:** micronutriente; crescimento do arroz; número de afilhos; massa da parte aérea.

## Abstract

This experiment was conducted in the greenhouse of the Department of Plant Science, at the Federal University of Santa Maria, to evaluate the efficiency of application of zinc on the seeds of irrigated rice cultivar BR- IRGA 410 and on seven soil samples. Plant height, number of tillers, and panicle, fresh and dry shoot and zinc content in dry mass of shoots were evaluated. The experimental design used was a factorial 4 x 7 in randomized blocks with three replications. It was used brass pot which was lined with plastic bag, and filled with 3.0 kg of soil. Zinc treatments were applied in the seed (100 g ha<sup>-1</sup> Zn) with the source ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (22.73% Zn), soils (5.0 kg ha<sup>-1</sup> Zn) being the source Zincodur® (28% Zn), the two forms of combined application and control without zinc. The results showed no statistically significant difference in treatment with zinc for different soil types, except for the variable zinc content in shoot dry mass was higher for treatments with zinc in soil and seed plus soil. The soil Vacacaí (Hapludult Eutrophic Hydromorphic Planosol), originally from São Gabriel (RS), stood out among the other variables in tiller number, fresh and dry shoot and zinc content in shoot dry mass, due to the fact that it originally presents higher content of zinc.

**Key words:** micronutrient; rice growth; number of tillers; shoot mass.

## Introdução

A produção de arroz no Brasil, na safra 2010/2011, foi de 12,628 milhões de toneladas e, no Rio Grande do Sul, a produção foi de 8,213 milhões de toneladas, equivalente a aproximadamente 65%, sendo o maior Estado produtor brasileiro (CONAB, 2011).

O zinco (do alemão Zink) é um elemento químico de símbolo Zn, número atômico 30 (30 prótons e 30 elétrons) com massa atômica 65,4 uma<sup>6</sup>. À temperatura ambiente, o zinco encontra-se no estado sólido. Está situado no grupo 12 (2 B) da

Classificação Periódica dos Elementos (SPENCER, et. al., 2007, p. 11).

O zinco potencializa a produção do hormônio de crescimento (auxina) – sintetase do triptofano e metabolismo de triptamina. É constituinte do álcool desidrogenase, desidrogenase glutâmica, anidrase carbônica, etc. (TAIZ et al., 2004).

O zinco é de fundamental importância para a cultura do arroz. A deficiência desse micronutriente tem ocorrido em classes e categorias de solos, agravando com o cultivo intensivo ao longo do tempo, principalmente nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do Brasil.

O zinco é um ativador enzimático, responsável pelo crescimento das espécies vegetais e pela maturação. Com deficiência

---

6 Unidade de massa atômica.

de zinco, os sintomas são evidentes, principalmente nas partes mais jovens das plantas (VITTI; SERRANO, 2007).

Deficiência de zinco causa redução da taxa de crescimento vegetal, impede a expansão das folhas, o alongamento do caule e restringe o crescimento das raízes (BERGMANN, 1992).

A aplicação de zinco nas sementes tem ação na germinação e no crescimento inicial das plântulas, bem como favorece a qualidade física das sementes produzidas, além de permitir maior uniformidade na distribuição, economia nos custos de transporte, aplicação e racionalização no uso das reservas minerais não renováveis (SANTOS, 1981).

O tratamento de sementes com zinco tem como princípio, para sua eficiência, a translocação para toda a planta. Assim, a reserva de zinco passa a ser importante, impedindo o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência (RIBEIRO; SANTOS, 1996).

Estudos realizados, testando a eficiência da aplicação de zinco ao solo, em pré-semeadura, e de zinco aderido às sementes de arroz, demonstraram maior eficiência deste último tratamento em função da maior uniformidade da aplicação, enquanto as quantidades aplicadas no solo são tão pequenas e com difícil uniformidade. Ohse et al. (1997), ao testar fontes e doses de zinco aplicados em sementes de arroz, observaram que a fonte sulfato de zinco, na dose de  $0,67 \text{ g Zn kg}^{-1}$  de sementes proporcionou aumento na germinação e na massa seca da parte aérea das plântulas.

Dando sequência, no experimento, a fim de observar o efeito do tratamento de sementes de arroz irrigado com zinco em relação à aplicação no substrato, estimaram que  $0,76 \text{ g Zn kg}^{-1}$  de sementes seria a dose ótima para a aplicação em sementes de arroz

irrigado, utilizando como fonte o sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) (OHSE et al., 1998/99).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a eficiência da aplicação de zinco em sementes de arroz e em três classes de solo no Estado do Rio Grande do Sul, em casa de vegetação, sobre o crescimento das plantas.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizada em Camobi, Santa Maria (RS).

O delineamento experimental utilizado foi um bifatorial  $4 \times 7$  em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela constituiu-se por um vaso de latão pintado externamente com tinta óleo de cor branca, revestido internamente com saco plástico, e preenchido com 3 kg de solo seco.

Os tratamentos foram: T1) Testemunha sem zinco; T2) Aplicação de zinco na dose de  $0,67 \text{ g kg}^{-1}$  de sementes, equivalente a  $100 \text{ g ha}^{-1}$ , utilizando-se como fonte o sulfato de zinco  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (22,73% de Zn); T3) Aplicação de zinco no solo na dose de  $5 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo que cada vaso com 3 kg recebeu  $2,5 \text{ mg Zn kg}^{-1}$  de solo, tendo como fonte Zincodur<sup>R</sup> (28% de Zn), sendo aplicado  $0,027 \text{ g}$  por vaso; T4) Aplicação de zinco no solo + zinco nas sementes, com base nas pesquisas já realizadas.

Foram utilizadas sete amostras de solos, sendo quatro pertencentes à Classe PLANOSOLO, coletadas em várzeas nas localidades de Santa Flora, Cezar Pina e Camobi, no município de Santa Maria, e na localidade de Banhados no município de São Gabriel; três amostras da Classe ARGISSOLO, procedentes de Santa

Flora, do município de Restinga Seca, e da localidade de Banhados no município de São Gabriel (EMBRAPA, 1999). Esses solos foram secados ao ar livre, posteriormente destorroados e passados em peneira com malha de 2 mm e logo após homogeneizados, retirando-se amostra média para análise físico-química, em seguida, sendo colocados nos vasos para os respectivos tratamentos.

A semeadura foi realizada no dia 17 de dezembro de 2000, colocando-se 10 sementes da cultivar de arroz irrigado BR-IRGA 410 por vaso, logo após acrescentou-se água deionizada, sendo monitorado diariamente, a fim de manter o teor de umidade correspondente a 21,67% do peso do solo seco.

As plantas emergiram 10 dias após a semeadura e, em seguida, aplicou-se, por kg de solo, 5 mg de nitrogênio, 10 mg de fósforo, 12,6 mg de potássio, tendo como fontes nitrato de cálcio especial ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) e fosfato monobásico de potássio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). Sete dias após a emergência foi realizado o desbaste, deixando quatro plantas por vaso. A partir desse dia, manteve-se lâmina de água de 3 a 5 cm de altura. Quatorze dias após a emergência foi realizada a segunda aplicação com o dobro de nutrientes da primeira adubação (10 mg de nitrogênio, 20 mg de fósforo, 25,2 mg de potássio), sendo esta repetida por mais duas vezes consecutivas com intervalos de sete dias.

Durante o desenvolvimento da cultura, foi realizado rodízio dos vasos, uma vez a cada sete dias. A colheita foi realizada no dia 04 de março de 2001, no pleno florescimento da cultura.

Foram avaliadas as características: altura de planta, número de aflhos e de panículas, massa fresca e seca da parte aérea e teor de zinco na massa seca da parte aérea. Os

dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Os teores de zinco determinados nas amostras de solos foram bastante variáveis: Vacacaí/Santa Flora = 2,6 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Vacacaí/Cesar Pina = 0,9 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Vacacaí/Camobi = 0,6 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Vacacaí/Banhados = 0,6 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Santa Maria/Santa Flora = 1,3 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; Santa Maria/Restinga Seca = 0,7 mg  $\text{dm}^{-3}$  e São Pedro/Banhados = 2,8 mg  $\text{dm}^{-3}$ , e os valores mais destacados foram do São Pedro/Banhados e do Vacacaí/Santa Flora, enquanto os menores teores de zinco foram determinados nos solos Vacacaí/Camobi, Vacacaí/Banhados e Santa Maria/Restinga Seca.

Os limites para interpretação dos valores obtidos são: teor baixo = 0 a 0,5 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; teor médio = 0,6 a 1,2 mg  $\text{dm}^{-3}$  e teor alto > 1,2 mg  $\text{dm}^{-3}$  (RAIJ et al., 1996).

Verifica-se, então, que não houve deficiência acentuada de zinco nos solos utilizados na pesquisa e sim teores médios em Vacacaí/Cesar Pina, Vacacaí/Camobi, Vacacaí/Banhados e Santa Maria/Restinga Seca.

Observações feitas em vários experimentos indicam que apenas a aplicação de zinco nas sementes, em solos com extrema carência deste nutriente, não é capaz de suprir todas as necessidades da planta (RIBEIRO; SANTOS, 1996). No entanto Ohse et al., (2000/2001) verificaram que a aplicação de 0,67 g Zn  $\text{kg}^{-1}$  de sementes de arroz, tendo como fonte sulfato de zinco, antes da semeadura não prejudica a germinação e o vigor, possibilitando maior uso de zinco para o início do crescimento, especialmente em sementes com baixas quantidades desse micronutriente.

Resultados semelhantes foram verificados na pesquisa com aplicação de zinco por recobrimento nas sementes, testando níveis de zero; 0,37; 0,47; 0,57; 0,67 e 0,77 g de Zn kg<sup>-1</sup> de sementes. O recobrimento com o micronutriente zinco, fungicida carboxim + thiram e polímero CF Clear não prejudicou a germinação de sementes de arroz irrigado (FUNGUETTO, 2006).

Resultados semelhantes também foram obtidos por Rozane et al.(2008) que utilizou doses de zinco em sementes de arroz (1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 g Zn kg<sup>-1</sup> sementes), tendo como fontes sulfato e óxido de zinco e a testemunha sem zinco. Aos 30 dias após a semeadura, no cultivo em areia, o sulfato proporcionou maior absorção de Zn pela planta. A maior dose utilizada, 8,0 g de

Zn kg<sup>-1</sup> de sementes, proporcionou maior produção de massa seca, atingindo teor de 281 mg kg<sup>-1</sup> na parte aérea.

As características avaliadas apresentaram diferenças estatísticas significativas para o fator solo, mas não para a forma de uso de zinco (Tabela 1). No entanto, não houve diferença estatística entre os tratamentos testemunha (T1), zinco nas sementes (T2), no solo (T3) e no solo + semente (T4).

As variáveis altura de planta e número de panículas obtiveram destaque nos solos São Pedro/Banhados - 92,1 cm e 11,6, e Vacacaí/Santa Flora, - 88,6 e 11,0. Os menores resultados foram obtidos nos solos Vacacaí/Cesar Pina com 82,7 cm de altura e 7,2 panículas, no entanto, a menor média determinada para a variável número

**Tabela 1.** Altura de plantas, número de afilhos, número de panículas, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea da cultivar de arroz irrigado IRGA-BR 410 em diferentes amostras de solos com tratamentos com zinco. Santa Maria, RS, UFSM, 2001

SOLOS	Altura (cm)	Afilhos (n)	Panículas (n)	M. fresca (g planta <sup>-1</sup> )	M. seca (g planta <sup>-1</sup> )
Vacacaí/ S. Flora	88,6 ab	16,0 ab	11,0 ab	169,4 a	50,7 a
Vacacaí/ Cesar Pina	82,7 c	14,3 bc	7,2 c	120,1 c	40,9 bc
Vacacaí/ Camobí	86,3 bc	13,4 bc	8,5 bc	123,2 c	39,2 bc
Vacacaí/ Banhados	87,1 bc	17,7 a	7,1c	174,8 a	52,8 a
Santa Maria/ S.Flora	83,1 c	13,0 c	7,7c	97,0 d	34,3 c
Santa Maria/ R Seca	87,0 bc	15,1 abc	7,8 c	148,0 b	46,5 ab
São Pedro/ Banhados	92,1 a	14,3 bc	11,6 a	159,9 ab	52,6 a
TRATAMENTOS					
T1- Sem aplicação de Zn	87,3 a	14,2 a	8,3 a	141,4 a	44,6 a
T2- Zn na semente	87,3 a	15,0 a	8,9 a	138,2 a	42,7 a
T3- Zn no solo	86,5 a	14,9 a	9,0 a	142,4 a	46,0 a
T4- Zn semente + Zn solo	85,7 a	15,1 a	8,6 a	142,0 a	47,9 a
CV %	4,6	16,0	27,7	10,2	16,8

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

de panículas foi do solo Vacacaí/Banhados com 7,1. Dados semelhantes foram obtidos em pesquisa, em que o número de grãos por panícula e os pesos dos grãos por planta mostraram-se positivamente correlacionados com a dose de zinco, proporcionando aumento na produção (FUNGUETTO, 2006).

Fageria (2000) utilizou doses superiores de zinco: 0; 5; 10; 20; 40, 80 e 120 mg de Zn kg<sup>-1</sup> de solo, enquanto nesse experimento utilizou-se 2,5 mg Zn kg<sup>-1</sup> de solo, e indicou que a dose ideal para o arroz foi de 10 mg de Zn kg<sup>-1</sup> de solo, e o valor 70 mg Zn kg<sup>-1</sup> de solo causou redução de 10% da produção. Schöffel (2000/2001) utilizou doses menores, em Latossolo Vermelho Escuro: 0; 0,6; 1,2; 2,4; e 3,6 mg Zn kg<sup>-1</sup> de solo e verificaram que as plantas de arroz colhidas, após 29 dias da emergência, mostraram alta correlação entre os teores de zinco aplicados no solo e o teor de zinco na parte aérea da planta.

Os maiores resultados encontrados na variável número de filhos (Tabela 1) foram referentes aos solos Vacacaí/Banhados (17,7) e Vacacaí/Santa Flora (16,0), já os menores valores foram obtidos nos solos Santa Maria/Santa Flora (13,0) e Vacacaí/Camobi (13,4). Nos dois solos Vacacaí/Banhados e Vacacaí/Santa Flora também destacaram as variáveis massa fresca (174,8 e 169,4 g) e seca da parte aérea (52,8 e 50,7 g). No entanto, os menores resultados foram obtidos nos solos Santa Maria/Santa Flora (97,0 e 34,3 g) e Vacacaí/Cesar Pina (120,1 e 40,9 g) para as respectivas variáveis. Os tratamentos T3 - Zinco no solo e T4 - Zinco na semente + solo e se destacaram apresentando as maiores médias para esses parâmetros o que pode ser observado na tabela 1.

Segundo Ohse et al. (1997), pesquisa realizada em Santa Maria, em 1995, com a

cultivar BR-IRGA 410, avaliando o efeito de fontes e doses de zinco sobre a germinação e o vigor de sementes de arroz irrigado, obtiveram resultados mais eficientes na dose de 0,67 g de Zn kg<sup>-1</sup> de sementes, utilizando como fonte sulfato de zinco, sendo esta mais apropriada para aderir às sementes de arroz, apresentando maior porcentagem de germinação, refletindo os resultados em maior população de plantas com consequente uniformidade das panículas na colheita, da mesma forma, ocorreu aumento da massa seca da parte aérea em relação a outras fontes.

Em complemento a este estudo, Ohse et al. (1998/1999), utilizando a mesma fonte sulfato de zinco, avaliaram o efeito do tratamento em sementes de arroz irrigado em comparação com a aplicação de zinco no substrato, e concluíram que para tratamento de sementes, a dose estimada mais eficiente sobre o parâmetro número de panículas por planta foi 0,76 g Zn kg<sup>-1</sup>.

Correia et al. (2008), em sua pesquisa, demonstraram que, com aplicação de zinco no solo, houve um incremento do teor no próprio solo, com destaque para a forma localizada em relação à forma incorporada e a maior produção de massa seca ocorreu com aplicação de zinco via foliar no primeiro cultivo e via solo (incorporado e localizado) no segundo cultivo, mas nesta pesquisa, a aplicação de zinco tanto nas sementes como nos solos não diferenciou da testemunha sem aplicação de zinco (Tabela 1).

No experimento em discussão, a análise da variância demonstrou que houve interação entre solos e teor de zinco na massa seca da parte aérea, havendo diferença estatística significativa para a interação solo dentro da forma de uso de zinco, sendo que em todos os tratamentos o solo Vacacaí/Banhados foi o que obteve os maiores valores (39,5-55,3 mg kg<sup>-1</sup>) e os menores foram

determinados pelo solo Vacacaí/Camobi (15,2-19,8 mg kg<sup>-1</sup>). O bom desempenho do solo Vacacaí/Banhados é explicado através da análise química, que apresentou o maior teor de zinco na parte aérea da cultivar de arroz irrigado (55,3 mg kg<sup>-1</sup>), e o solo Vacacaí/Camobi que obteve o mais baixo teor de zinco (13,0 mg kg<sup>-1</sup>) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teores de zinco na parte aérea da cultivar de arroz irrigado IRGA-BR 410 em diferentes solos e formas de uso de zinco, Santa Maria, RS, UFSM, 2001

SOLO	T1-Testemunha	T2- Zn na semente	T3- Zn no solo	T4- Zn solo+semente
----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
Vacacaí/ S. Flora	26,2 A bc	23,8 A bc	25,2 A bc	26,8 A ab
Vacacaí/ Cesar Pina	31,7 A ab	21,2 A c	22,3 A bc	37,3 A a
Vacacaí/ Camobi	13,0 A c	15,2 A b	18,2 A ab	19,8 A a
Vacacaí/ Banhados	44,5 A a	39,5 A a	55,3 A a	44,5 A a
Santa Maria/ S.Flora	20,8 A bc	22,3 A b	37,8 A a	33,3 A ab
Santa Maria/ R Seca	29,0 A ab	32,5 A a	30,8 A a	28,7 A b
São Pedro/ Banhados	27,8 A ab	25,8 A b	33,5 A a	34,2 A a
CV %	18,8			

Nota: Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

## Conclusão

Concluiu-se que o solo São Pedro/Banhados com o maior teor de zinco, 2,8 mg dm<sup>-3</sup>, proporcionou bons valores nas variáveis altura das

plantas, número de afilhos, número de panículas, massa fresca e seca da parte aérea e teores de zinco na massa seca da parte aérea, porém, não houve diferenças significativas da aplicações de zinco tanto nas sementes como nos solos.

## Referências

BERGMANN, W. **Colour atlas nutritional disorders of plants**. New York: Phosyn, 1992. 386p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, Quarto levantamento, janeiro 2011. Brasília: Conab, 2011. Disponível em: <[http://www.cileite.com.br/sites/default/files/4graos\\_06.01.11.pdf](http://www.cileite.com.br/sites/default/files/4graos_06.01.11.pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2011.

CORREIA, M. A. R.; PRADO, R. M.; COLLIER, L. S.; ROSANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Modos de aplicação de zinco na nutrição e no crescimento inicial da cultura do arroz. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.4, p.1-7, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412p. (Centro Nacional de Pesquisa de Solo).

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p. 390-395, 2000.

FUNGUETTO, C. I. **Recobrimento de sementes de arroz irrigado com zinco**. 2006. 35 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

OHSE, S.; MORODIM, 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 Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.7-8, n.1, p.41-50. 2000/2001.

OHSE, S.; SANTOS, O. S.; MENEZES, N. L.; SCHMIDT, D. Efeito de fontes e doses de zinco sobre a germinação e o vigor de sementes de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.369-373, 1997.

OHSE, S.; SANTOS, O. S.; MORODIM, V.; MANFRON, P. A. Efeito do tratamento de sementes de arroz irrigado com zinco em relação à aplicação no substrato. **Revista da Faculdade Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.5-6, n.1, p.35-41. 1998/1999.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª. ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

RIBEIRO N. D.; SANTOS, O. S. Aplicação de zinco em sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.1, p.159-165, 1996.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; SIMÕES, R. R. 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, 2008.

SANTOS, O.S. O zinco na nutrição de plantas leguminosas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.34, n.330, p.26-32, 1981.

SCHÖFFEL, E. R.; LÚCIO, A. D. Comportamento de variedades de arroz sob diferentes doses de zinco aplicadas no solo. **Revista da Faculdade Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.7/8, n.1, p.17-23, 2000/2001.

SPENCER, J. N.; BODNER, G. M.; RICHARD, L. H. **Química estruturada e dinâmica**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 452 p.



TAIZ, L.; ZEIGER, E.; SANTARÉM, E. R. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VITTI, G. C.; SERRANO, C. G. E. O zinco na agricultura. **DBO Agrotecnologia**, São Paulo, v.3 [S.I.], p.10-11, 2007.