CRESCIMENTO INICIAL E ESTADO NUTRICIONAL DO TRIGO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE ZINCO VIA SEMENTE

Renato de Mello Prado[1], Elízio Ferreira Frade Junior[2], Ernesto Rinaldi Mouta[2], Andréia de Cássia Gomes São João[2], Roberto Savério Souza Costa[2]

[1] Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, s/nº, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo - Brasil. Correo electrónico: rmprado@fcav.unesp.br.
[2] Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

Initial growth and nutritional condition of the wheat seedlings after application of zinc in the seeds

Keywords: *Triticum aestivum* L, micronutrient, seed treatment, plant mineral nutrition.

ABSTRACT

The aim of this paper was to evaluate the initial developments in a culture nutrition system of wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.) as a function of zinc (Zn) application through the seeds. The experimental was a randomized bock design factorial 4 x 2 +1 [four Zn application rates, 100; 200; 400 and 800 g per 100 kg of seeds and two Zn sources, $ZnSO_4$ and ZnO] and three replications. It was evaluated the seedling speed emergency index, plant mean height, total shoot and root dry matter, Zn uptake efficiency and both root and shoot Zn accumulation. A zinc application in the wheat seeds influenced the nutritional stage and plant dry matter production. The seedling plant presented a major absorption efficiency when the Zn was applied in the form of sulfate, due to a large solubility of this compounds. An application of zinc at rate of 100 g 100 kg^{-1} seeds, independently of the source, it was adequate for the initial growth of wheat seedling plant.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial e a nutrição da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) em função da aplicação de zinco (Zn) via semente. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, com fatorial 4 x 2 +1, sendo [quatro doses de Zn, 100; 200; 400 e 800 g por 100 kg de semente e duas Zn fontes, $ZnSO_4$ e ZnO] e três repetições. Avaliou-se o índice de velocidade de emergência, a altura média das plântulas, a matéria seca em folhas e raízes e o teor e o acúmulo de Zn das plântulas e o índice de eficiência de absorção. A aplicação de zinco nas sementes de trigo afetou o estado nutricional e a produção de matéria seca das plântulas. As plântulas apresentaram maior eficiência de absorção quando o Zn foi fornecido na forma de sulfato devido a maior solubilidade. A aplicação de zinco na dose de 100 g 100 kg^{-1} de sementes, independentemente da fonte, foi adequada para o crescimento inicial de plântulas de trigo.

Palavras chave: *Triticum aestivum* L**.**, micronutrientes, tratamento de sementes, nutrição mineral de plantas.

INTRODUÇÃO

Os solos tropicais apresentam baixa concentração de zinco disponível, seja devido ao material de origem dos solos ou pelas práticas agrícolas inadequadas. Especialmente no Brasil, a deficiência de Zn é considerada a mais comum entre os micronutrientes, sobretudo em solos arenosos e de cerrado (Ohse *et al*., 1999). Quando as quantidades desse nutriente no solo são insuficientes à exigência vegetal, distúrbios fisiológicos são notados e seus reflexos na produtividade (Bonnecarrère *et al*., 2004). A aplicação de Zn via solo é amplamente utilizada nas regiões agrícolas. No entanto, a transferência do Zn do solo para as raízes ocorre majoritariamente por difusão (Malta, 2000), caracterizando a baixa mobilidade no solo, o que dificulta a absorção do nutriente pela planta.

Além disso, a aplicação de Zn no solo é, na maioria das vezes, desuniforme devido às baixas quantidades requeridas pelas culturas. Nesse contexto, têm sido estudado a aplicação de Zn via sementes, pois apresenta como vantagens a uniformidade de distribuição do nutriente sobre as sementes, redução de perdas, menor custo de aplicação e racionalização no uso das reservas naturais não renováveis, por causa das pequenas quantidades utilizadas (Barbosa-Filho *et al*., 1982). Todavia, sua eficiência é contestada por Bonnecarrère *et al*. (2004). Respostas positivas da aplicação de zinco foram observadas na produção de arroz (Barbosa-Filho *et al*., 1982) e de milho (Galrão, 1996). As exigências nutricionais ao Zn, conforme Gupta (2001) são específicas para cada cultura, porém os cereais são mais responsivos.

Para a cultura do trigo, estudos envolvendo a aplicação de Zn em sementes são incipientes no Brasil. Sendo assim, a aplicação de Zn via sementes na cultura do trigo pode vir a ser uma forma adequada e promissora de utilização do micronutriente. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial e a nutrição da cultura do trigo em função da aplicação de zinco via semente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP, campus de Jaboticabal, SP, no período de 18-08-2005 a 21-09-2005, em condições de casa-de-vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, segundo um arranjo fatorial

4 x 2 + 1, com três repetições. Utilizaram-se quatro doses de Zn (100; 200; 400 e 800 g por 100 kg de semente), duas fontes do nutriente (sulfato e óxido de Zn, com 22 e 50% de Zn, respectivamente) e uma testemunha (controle).

Cada unidade experimental constituiu-se de um recipiente (bandeja plástica de 5 L) contendo areia grossa lavada com água deionizada, onde foram semeadas 75 sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.), cv. CD 102 (germinação= 95%; umidade=14%), produzida pela empresa Coodetec®. As sementes foram misturadas com as respectivas doses do micronutriente, sendo umedecidas previamente com água desionizada, na proporção de 15 mL por kg de sementes. Utilizaram-se regas diárias com água desionizada para manter a umidade do recipiente em 10% do peso do substrato seco. Os tratamentos receberam a aplicação de solução nutritiva completa, menos Zn (Hoagland e Arnon, 1950), em duas aplicações, ao 7° e 20° dia após emergência. Dois dias após a semeadura, realizou-se diariamente a contagem de plântulas emergidas até atingir valor constante. Com base no número de plântulas emergidas, calculou-se o índice de velocidade de emergência (IVE), conforme a metodologia descrita por Nakagawa (1994), utilizando a seguinte fórmula:

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + ... + \frac{E_n}{N_n}$$, onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, ...E_n$ = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem;

$N_1, N_2, ...N_n$ = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

Ao término do experimento, 27 dias após emergência, as plântulas foram lavadas em água corrente, e em seguida, em água desionizada. Nesta ocasião determinou-se a altura média das plântulas (AMP), medida a partir do colo até a extremidade da última folha. Posteriormente, procedeu-se a separação da parte aérea e raízes das plântulas e secagem em estufa a 65°C até massa constante. Em seguida, foram realizadas análise química de Zn da parte aérea e raiz, segundo método descrito por Bataglia *et al*. (1983). Com os dados do teor de Zn e a massa seca, calculou-se o acúmulo de zinco na parte aérea e raiz das plântulas, assim como o índice de eficiência de absorção, segundo Swiader *et al*. (1994). Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e comparados entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Além disso, foram feitas análises de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicaram diferença significativa apenas entre os tratamentos estudados e a testemunha, quando avaliado a variável IVE (Quadro 1), sendo que a testemunha apresentou IVE = 11,6 e o fatorial apresentou IVE = 12,1.

Quadro 1: Índice de velocidade de emergência (IVE), altura média das plântulas (AMP), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da total (MST), teor de Zn da parte aérea (Zn – PA), teor de Zn da raiz (Zn – R), Zn acumulado na parte aérea (Zn ac. – PA) e na raiz (Zn ac. – R) e índice de eficiência de absorção (IEA) em função dos tratamentos.

Table 1: Index of emergency speed (IVE), mean seedling height (AMP), aerial dry matter (MSPA), root dry matter (MSR), total dry matter (MST), status of Zn of the aerial part (Zn - Pará), status of Zn of the root (Zn - R), Zn accumulated in the aerial part (Zn ac. - PA) and in the root (Zn ac. - R) and index of efficiency of absorption (IEA) in function of the treatments.

Tratamentos	**IVE**	**AMP**	**MSPA**	**MSR**	**MST**	**Zn-PA**	**Zn-R**	**Zn ac. PA**	**Zn ac. R**	**IEA**
Fontes (F)		**(cm)**	**---------- (g) ----------**			**----(mg kg^{-1})-----**		**----------(mg/plântula)----------**		
$ZnSO_4$	12,59	22,82	2,91	4,95a	7,08	64,41a	70,08a	0,19a	0,29a	0,11a
ZnO	12,23	22,39	2,83	4,14b	7,53	35,91b	35,50b	0,10b	0,17b	0,06b
	Teste F									
Fontes (F)	2,08^{ns}	0,49^{ns}	0,46^{ns}	4,81*	1,12^{ns}	63,75**	11,96**	73,01**	25,68**	23,53**
Doses (D)	2,82^{ns}	0,64^{ns}	0,98^{ns}	4,17*	2,12^{ns}	7,76**	1,70 *	10,95**	13,11**	3,06*
F x D	0,44^{ns}	3,41*	0,79^{ns}	5,31**	2,51^{ns}	1,24^{ns}	2,16^{ns}	2,58^{ns}	9,87**	1,19^{ns}
Test. x tratamentos	4,87*	1,63^{ns}	5,40*	7,53*	8,11*	48,19**	6,36*	54,35**	28,44**	12,40**
C.V. %	4,9	6,6	10,6	20,4	14,6	19,0	42,4	19,0	28,0	36,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ns, ** e *: não significativo, significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente.

Deste modo, e de forma geral, pode-se inferir que a aplicação de zinco nas sementes influenciou o IVE do trigo. Além disso, a diferença encontrada ao comparar a testemunha aos demais tratamentos pode ser explicada pelo fato das primeiras raízes das sementes enriquecidas com zinco estarem em contato direto com o nutriente (Barbosa-Filho *et al*., 1982), melhorando a germinação e o vigor (Ribeiro e Santos, 1996). Aumento da germinação e desempenho inicial de plântulas de trigo após o tratamento de sementes com Zn (imersão por 24 horas, em solução contendo 0,25 mg L^{-1} de $ZnSO_4$), também foi verificado por Cheng (1955). Com relação às doses, fontes de Zn e sua interação, não verificou-se diferença significativa, corroborando com os dados obtidos por Ribeiro *et al*. (1994b) ao estudarem o tratamento de sementes com fontes orgânicas e inorgânicas de Zn.

Em estudo sobre o IVE na semeadura do milho, Prado *et al*. (2001) verificaram que este índice apresentou em geral, uma relação positiva com a altura média de plântula (AMP), ou seja, o aumento do IVE proporcionou maior crescimento das plantas. Entretanto, no presente trabalho não foi observada a mesma tendência, pois a AMP não se mostrou significativa em relação às fontes e doses de Zn, porém a interação foi significativa (Quadro 1). Observou-se que a aplicação de Zn na forma de sulfato, incrementou de forma quadrática a altura das plantas, entretanto, não afetou essa variável com uso do nutriente na forma de óxido (Figura 1a), atribuindo esse resultado à maior solubilidade da fonte sulfato. Barbosa-Filho *et al*. (1982) indicaram uma baixa solubilidade do zinco na forma de óxido.

A massa seca da parte aérea (MSPA) não sofreu influência das fontes e doses de Zn utilizadas e da interação (Quadro 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Bonnecarrère *et al*. (2004) na cultura do arroz. Entretanto, ao comparar à testemunha aos demais tratamentos, verificou-se que a testemunha apresentou média da MSPA = 2,45 g e os tratamentos, 2,87 g, evidenciando os efeitos positivos do Zn. Da mesma forma, Fageria (2000) e Santos e Ribeiro (1994) concluíram que os tratamentos com Zn aumentaram significativamente a produção de MSPA. Já Cheng (1955) verificou que o tratamento de sementes com $ZnSO_4$, na concentração de 0,25 g L^{-1}, proporcionou incremento de 12% na produção de massa seca da parte aérea de plântulas de trigo.

Em relação à massa seca de raiz (MSR) houve diferença significativa entre testemunha e o fatorial, e entre doses e fontes e também da interação (Quadro 1). Observou-se que a aplicação de Zn na forma de sulfato proporcionou maior MSR, comparado a fonte óxido (Quadro 1). Yagi *et al*. (2006) também verificaram resultados semelhantes ao avaliarem a aplicação de sulfato de Zn em sementes de sorgo, embora estes não tenham se adequado aos modelos de regressão estudados. Como houve interação entre os fatores, observou-se que a fonte de sulfato e óxido proporcionaram incremento quadrático e linear na produção da MSR, respectivamente (Figura 1b). Resultados semelhantes foram obtidos por Cheng (1955) ao observar que o tratamento de sementes com $ZnSO_4$, na concentração de 0,25g L^{-1}, propiciou incremento de 35% na produção de massa seca de raízes de plântulas de trigo com seis dias de idade.

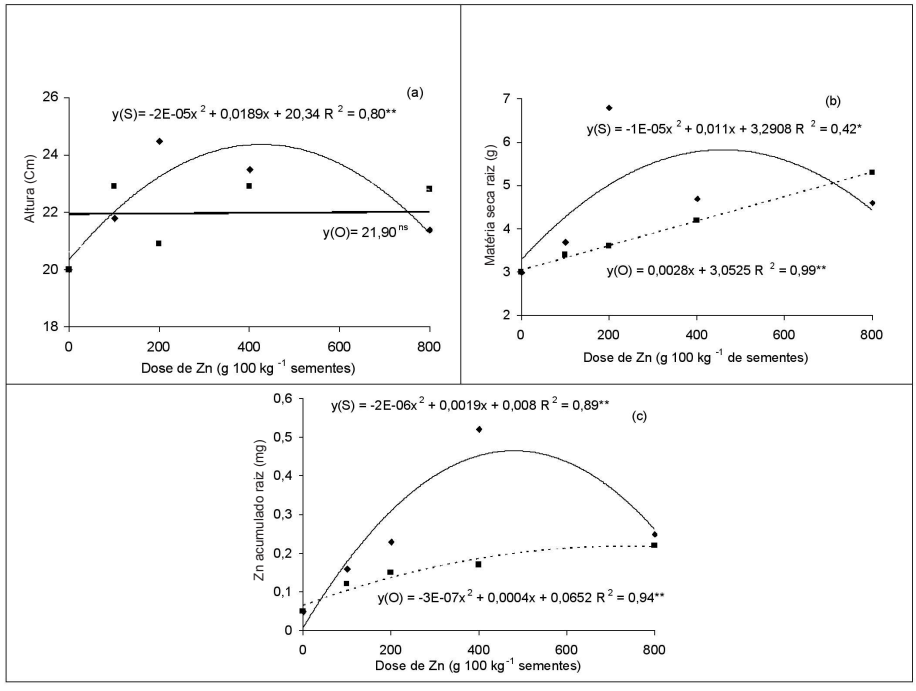


Figura 1: Altura (a), matéria seca de raiz (b) e zinco acumulado na raiz (c), em função da aplicação das doses de Zn nas fontes sulfato (S) (♦) e óxido (O) (■). **Figure 1:** Mean height (a), dry matter of root (b) and zinc accumulated in the root (c) as a function of the Zn application as sulphate (S) (♦) and oxide (O) (■).

A massa seca total (MST) não influenciou os tratamentos estudados, entretanto, houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha (Quadro 1), indicando que a menor dose (100g Zn/100kg sementes) foi suficiente para manter boa produção de matéria seca nas plântulas. Segundo Rashid e Fox (1992), o trigo é considerado tolerante a baixas concentrações de Zn e pode ser classificado, relativamente, como pouco sensível à deficiência de Zn. Dessa forma, pequenas quantidades de Zn adicionadas podem ser suficientes para a exigência dessa cultura e/ou quantidade de zinco presente nas sementes (Zn = 28 mg kg^{-1}) podem ter sido adequados para atender as necessidades nutricionais na fase inicial de crescimento das plântulas.

Quanto ao teor e ao acúmulo de Zn na parte aérea, houve diferença significativa para doses e fontes estudadas entretanto, não houve interação (Quadro 1). A fonte sulfato proporcionou maior teor e acúmulo de nutriente na parte aérea das plantas. E a aplicação de zinco em sementes de trigo, incrementou de forma quadrática tanto o teor (Figura 1a), como o acúmulo do Zn na parte aérea, independentemente da fonte do nutriente (Figura 1c). Ribeiro e Santos (1996) também verificaram que a aplicação de Zn nas sementes aumentou a concentração na parte aérea e sua acumulação na planta. Entretanto, Oshe *et al*. (1999) observaram que a aplicação de zinco em sementes de arroz não

proporcionou incremento no teor de zinco da parte aérea. Nota-se que a dose de 100 g 100 kg^{-1} de sementes foi suficiente para proporcionar a maior produção da MSPA em relação à testemunha (Quadro 1), estando associado com o teor de zinco (35 mg kg^{-1}) na parte aérea (Figura 1a). Segundo Malavolta *et al*. (1997), teores de zinco entre 20 - 40 mg kg^{-1} na parte aérea são considerados adequados.

Salienta-se que a dose de 567 g 100 kg^{-1} de sementes (média das duas fontes), atingiu teor máximo de Zn na parte aérea de 65 mg kg^{-1}, respectivamente (Figura 2a).

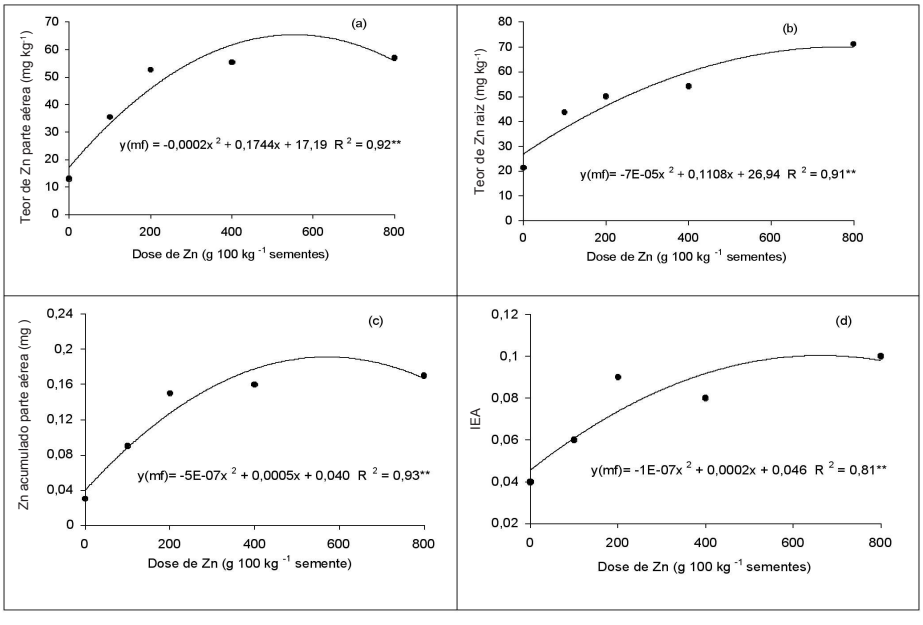


Figura 2: Teor de zinco da parte aérea (a), teor de zinco da raiz (b), zinco acumulado na parte aérea (c) e IEA (índice de eficiência de absorção)(d), em função da aplicação de zinco (média de duas fontes) (mf) (●).

Figure 2: Zinc content of the aerial part (a), zinc status of the root (b), zinc accumulated in the aerial part (c) and IEA (index of efficiency of absortion)(d) as a function of the Zn application (average of two sources) (mf) (●).

Assim, esses teores de Zn não foram suficientes para provocar prejuízo no crescimento das plântulas ou sintomas de toxicidade. Conforme Ribeiro *et al*. (1994a), o aumento do teor de Zn nas sementes em cerca de 18 vezes, não foi tóxico para sementes de milho, possibilitando maior fornecimento de Zn para o início do crescimento das plântulas.

Com relação ao acúmulo de Zn na raiz, observou-se que a aplicação de zinco nas sementes promoveu diferença significativa entre a testemunha e o fatorial e também para os fatores doses e fontes e sua interação (Quadro 1). Observa-se que a fonte sulfato, proporcionou maior acúmulo de Zn na raiz, da mesma forma que ocorreu para o teor e acúmulo do nutriente na parte aérea, visto anteriormente. Esses resultados estão de acordo com Cakmak *et al*. (1989), que constataram que o teor de Zn nas raízes do feijoeiro foi mais elevado com a aplicação

de Zn (sulfato). Nota-se, ainda, quando avaliada a interação, o maior acúmulo de Zn na raiz ocorreu com emprego da dose próxima de 400 e 800 g Zn 100 kg^{-1} sementes, para as fontes óxido e sulfato, respectivamente (Figura 2b).

Quando avaliado o índice de eficiência de absorção (IEA), houve diferença significativa entre fontes e doses, não sendo significativa a interação (Quadro 1). A ausência de interação, indica que as doses de Zn, independentemente da fonte, incrementou de forma quadrática no IEA (Figura 2d). Nota-se, também que a fonte sulfato proporcionou maiores IEA (Quadro 1), contrariando os resultados obtidos por Galrão e Mesquita-Filho (1981) e Boawn *et al*. (1957) que não verificaram diferenças na absorção de Zn entre as fontes sulfato e óxidos, na cultura do milho. Giordano e Mortvedt (1973) observaram que a maior absorção de Zn pela cultura do arroz foi proveniente da fonte ZnO seguida pela fonte $ZnSO_4$, entretanto esta última promoveu incremento linear e acúmulo de Zn pelas plantas. Consolini e Coutinho (2004) verificaram resultados semelhantes, porém na cultura do milho. Ohse *et al*. (1997) atribuiu o comportamento diferenciado entre fontes ao íon acompanhante do Zn, sendo que a solubilidade pode ser afetada pela granulometria, bem como por contaminantes presentes especialmente no ZnO comercial. Barbosa-Filho *et al*. (1982) observaram que a fonte de óxido zinco apresentou baixa solubilidade em água e assim, indicaram a fonte sulfato para tratamentos de sementes e aplicações foliares.

CONCLUSÕES

A aplicação de zinco nas sementes de trigo afetou a nutrição e a produção de matéria seca das plântulas. A fonte sulfato promoveu maior absorção de Zn pelas plântulas, comparado à fonte óxido. A aplicação de zinco na dose de 100 g 100 kg^{-1} de sementes, independentemente da fonte, foi adequada para o crescimento inicial de plântulas de trigo.

BIBLIOGRAFIA

BARBOSA-FILHO, M. P., FAGERIA, N.K., CARVALHO, J.R.P. 1982. Fontes de zinco e modos de aplicação sobre a produção de arroz em solos do cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17 (12) 1713-1719.

BATAGLIA, O.C., FURLANI, A. M. C., TEIXEIRA, J. P. F., FURLANI, P. R., GALLO, J.R. 1983. Métodos de análise química de plantas. Campinas: Instituto Agronômico. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BOAWN, L.C., VIETS, F. Jr., CRAWFORD, C.L. 1957. Plant utilization of zinc from various types of zinc compounds and fertilizer materials. Soil Science, Baltimore, 83 219-229.

BONNECARRÈRE, R.A.G., LONDERO, F.A.A., SANTOS, O., SCHMIDT, D., PILAU, F.G., MANFRON, P.A., DURVAL DOURADO NETO, D. 2003. Resposta de genótipos de arroz irrigado à aplicação de zinco. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana, 10 214-222.

CAKMAK, K., MARSCHNER, H., BANGERTH, F. 1989. Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and levels of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Experimental Botany, Oxford, 40 405-412.

CHENG, T. 1955. The effect of seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. Scientia Sinica, Beijing, 4 129-135.

CONSOLINI, F.; COUTINHO, E.L.M. 2004. Efeito da aplicação de Zn e do pH do solo na disponibilidade do micronutriente. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, 26(1) 7-12.

FAGERIA, N.K. 2000. 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, 4(3) 390-395.

GALRÃO, E.Z. 1996. Níveis críticos de zinco e avaliação de sua disponibilidade para o milho num Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso, fase cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 20 283-289.

GALRÃO, E.Z., MESQUITA FILHO, M.V. 1981. Efeito de fontes de zinco na produção de matéria seca do milho em um solo sob cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 5 167-170.

GIORDANO, P.M., MORTVEDT, J.J. 1973. Zinc sources and methods of application for rice. Agronomy Journal, Madison, 65 51-53.

GUPTA, U.C. 2001. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M.E., CRUZ, M.C.P., RAIJ, B.van., ABREU, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p.13-31.

HOAGLAND, D.R., ARNON, D.I. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Riverside: California, Agricultural Experiment Station, (Circular, 347).

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 319p.

MALTA, M.R. 2000. Absorção, translocação, compartimentalização e metabolismo do zinco aplicado via foliar em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 57f. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Lavras.

NAKAGAWA, J. 1994. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: VIEIRA, R.D., CARVALHO, N.M. (Ed.) Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, p.49-86.

OHSE, S., SANTOS, O.S., MENEZES, N.L., SCHMIDT, D. 1997. Efeito de fontes e doses de zinco sobre a germinação e vigor de sementes de arroz irrigado. Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, 19 (2) 369-373.

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

PRADO, R.M., TORRES, J.L., ROQUE, C.G., COAN, O. 2001. Semente de milho sob compressão e profundidade de semeadura do milho: Influência no índice de emergência. Scientia Agrária, Curitiba, 2(1-2) 45-49.

RASHID, A., FOX, R.L. 1992. Evaluating Internal zinc requirements of grain crops by seed analysis. Agronomy Journal, Madison, 84 469-474.

RIBEIRO, N.D., SANTOS, O.S., MENEZES, N.L. 1994a. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. Scientia Agricola, Piracicaba, 51 (3) 481-485.

RIBEIRO, N.D., SANTOS, O.S., MENEZES, N.L. 1994b. Tratamento de sementes de milho com fontes de zinco e boro. Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, 16(2) 116-120.

RIBEIRO, N.D., SANTOS, O.S. 1996. Aproveitamento do zinco aplicado na semente na nutrição da planta. Ciência Rural, Santa Maria, 26 (1),159-165.

SANTOS, O.S., RIBEIRO, N.D. 1994. Fontes de zinco aplicadas em sementes de milho, em solução nutritiva. Ciência Rural, Santa Maria, 24 (1) 59-62.

SWIADER, J.M. CHYAN,Y., F.G., FREIJI, F.G. 1994. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, 119 747-755.

YAGI, R., SIMILI, F.F., ARAÚJO, J.C., PRADO, R.M., SANCHEZ, S.V., RIBEIRO, C.E.R., BARRETO, V.C.M. 2006. Aplicação de zinco via sementes e seu efeito na germinação, nutrição e desenvolvimento inicial do sorgo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 41 (4) 665-660.