

Épocas e fontes de aplicação de zinco, e seu efeito na cultura do trigo

Eliseo Fretes Delgado¹; Jimmy Walter Rasche Alvarez^{1,2}; Diego Augusto Fatecha Fois²; Julio Cesar Karajallo Figueredo¹; Simeón Aguayo Trinidad¹

Resumo: A deficiência de zinco (Zn) pode diminuir o rendimento das culturas. Com o objetivo de avaliar o comportamento do trigo a fontes e épocas de aplicação de zinco, foi realizado um experimento no município de San Alberto, Paraguai. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições. T1: testemunha; T2: 200 g ha⁻¹ de Zn na semente; T3: 100 g ha⁻¹ de Zn no perfilhamento e 100 g ha⁻¹ na floração; T4: 66,7 g ha⁻¹ de Zn na semente, 66,7 g ha⁻¹ no perfilhamento e 66,7 g ha⁻¹ na floração; T5: 100 g ha⁻¹ de Zn na semente e 100 g ha⁻¹ no perfilhamento; T6: 100 g ha⁻¹ de Zn na semente e 100 g ha⁻¹ na floração e T7: 200 g ha⁻¹ de Zn na semeadura. Do T2 ao T6 foi usado ZnO com 100% de Zn p/v e no tratamento 7 ZnSO₄.H₂O com 22,64 % de Zn. Foi analisada altura de planta, comprimento de espigas, número de espigas por m², produção de grãos e peso hectolétrico do trigo. Não se observou efeito significativo da aplicação de Zn em nenhuma das variáveis analisadas. A altura de planta variou de 72,5 a 74,1 cm. O comprimento entre 6,95 a 7,60 cm. O número de espiga por m² de 448,3 a 484,8. A produção de grãos entre 2.731 a 3.043 kg ha⁻¹ e o peso hectolétrico 75,22 g a 77,11 g. A cultura de trigo não respondeu a aplicação de diferentes épocas e formas de Zn.

Palavras chave: *Triticum aestivum*; sulfato de zinco; óxido de zinco; micronutrientes.

Times and zinc application sources, and its effect on wheat crop

Abstract - Zinc deficiency (Zn) can reduce crop yields. The objective was to evaluate the behavior of wheat sources and zinc application times; a research was conducted in San Alberto, Paraguay. The experimental design was randomized blocks, with seven treatments and four replications. T1: control; T2: was Zn in dose of 200 g ha⁻¹ of seed; T3: 100 g ha⁻¹ of Zn at tillering and 100 g ha⁻¹ at flowering; T4: was Zn in dose of 66.7 g ha⁻¹ in the seed, 66.7 g ha⁻¹ at tillering and 66.7 g ha⁻¹ at flowering; T5: 100 g ha⁻¹ of Zn in seed and 100 g ha⁻¹ at tillering; T6: 100 g ha⁻¹ of Zn in seed and 100 g ha⁻¹ in flowering and the T7: 200 g ha⁻¹ of Zn at the sowing. From T2 to T6 was used ZnO with 100% of Zn w/v and the treatment 7 was used ZnSO₄.H₂O with 22.64% of Zn. Were determined plant height, ear length, number of ears per m², grain yield and hectoliter weight of wheat. There was no significant effect of Zn application in any of the variables. The plant height ranged from 72.5 to 74.1 cm. The length ranged from 6.95 to 7.60 cm. The number of ears per m² ranged from 448.3 to 484.8. The grain yield oscillated at 2731 to 3043 kg ha⁻¹ and the test weight was to 75.22 g and 77.11 g. The wheat crop will not significantly respond to the application of different times and forms of Zn.

keywords: *Triticum aestivum*, zinc sulfate, zinc oxide, micronutrients.

Introdução

¹ Escuela Superior de Educación Cruce Itakyry, Universidad Nacional del Este (ESECI-UNE). Itakyry, Paraguay. eliseo_agro@hotmail.com

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA). San Lorenzo, Paraguay. jwrasche@yahoo.com.ar

O trigo é uma das culturas de inverno mais semeadas no Paraguai, alcançando 520 mil ha na safra de 2015, com produtividade média de 2211 kg ha⁻¹, sendo os Departamentos de Alto Paraná com 140.501 ha e Itapúa com 100.512 ha, os de maior área semeada (CAPECO, 2016).

A produtividade do trigo pode ser limitada pela deficiência natural de alguns micronutrientes no solo. A extração do elemento por meio das colheitas, a aplicação de fertilizantes concentrados sem micronutrientes, a correção excessiva da acidez do solo, a incorporação de áreas que antes eram consideradas marginais para a agricultura, podem ter incrementado as áreas com possibilidade de resposta a aplicação de Zn (BORTOLÓN e GIANELLO, 2009).

O Zn é um importante elemento no sistema enzimático, apresentando várias funções no metabolismo da planta, consequentemente a sua deficiência afeta seu crescimento (GENC et al., 2006). No solo, o elemento é adsorvido pelos grupos funcionais da superfície dos argilominerais, reduzindo sua possibilidade de perda por lixiviação, o que permite que este fique disponível por mais tempo para as plantas. Nos solos tropicais, é comum observar experimentos que apresentam resposta à aplicação de zinco, sendo este um dos micronutrientes mais limitantes ao desenvolvimento das plantas (TEIXEIRA et al., 2004a ; TEIXEIRA et al., 2004b; GONÇALVES Jr. et al., 2006).

O nível de suficiência de Zn em solos argilosos varia de acordo com a cultura, sendo para o trigo de 0,5 mg kg⁻¹ (FAGERIA, 2000) a 1,0 mg kg⁻¹ (GALRÃO, 2004), com nível tóxico de Zn de 40 mg kg⁻¹ (FAGERIA, 2000). No entanto, Inocêncio et al. (2012) observaram que mesmo em solos com Zn acima do nível de suficiência houve resposta da cultura da soja à aplicação do nutriente. Isto acontece porque possivelmente a análise de solo nem sempre reflete a necessidade ou não da aplicação de Zn, que foi demonstrando por Bortolón e Gianello, (2009), que observaram que os extratores HCl, Mehlich-1 e Mehlich-3, apresentaram baixa capacidade preditiva de resposta das culturas de milho e soja ao Zn em solos do Rio Grande do Sul. No Paraguai embora não exista um nível crítico estabelecido, em geral se adota como valor de suficiência 1,6 mg kg⁻¹ (FATECHA 2006).

Segundo Orioli et al. (2008) a forma de aplicação do Zn pode afetar a nutrição e o desenvolvimento da cultura do trigo.. A adubação foliar permite aumentar o teor de Zn na planta, o que pode ser útil em fertilizações corretivas, possibilitando nutrir adequadamente a mesma, podendo melhorar a produtividade de grãos, com diferenças de até 30%, já à

aplicação via semente é menos efetiva que outras formas de fornecimento do elemento, (INOCÊNCIO et al., 2012).

Teixeira et al. (2008) observaram que a aplicação de Zn via foliar em solos com nível menor a $2,1 \text{ mg kg}^{-1}$, tanto na forma de cloreto ou de sulfato aumentou a concentração de Zn na planta, no entanto, não aumentou o rendimento do feijoeiro. Fageria e Stone (2004) não observaram resposta do feijoeiro à aplicação de Zn, mesmo em solos de Cerrado com altas aplicações de calcário. Ohse et al. (1997) observaram que a aplicação de Zn na forma de óxido pode reduzir o vigor da semente de arroz, o que não ocorre quando a fonte utilizada é o sulfato.

Coutinho et al. (2007) constataram que a necessidade de absorção de Zn varia com as cultivares de milho, sendo os híbridos mais exigentes neste nutriente. Domingues et al., (2004) constataram resposta no rendimento de milho com a aplicação de 5 kg ha^{-1} de Zn. No entanto, Pereira et al. (2007) observaram que a aplicação deste nutriente ao solo incrementou sua absorção pelo milho, sendo maior quanto menor o pH do solo, apesar disso, não houve aumento na produção de grãos da cultura, em dois solos de Santa Catarina. Igualmente Ribeiro et al. (1996) não observaram efeito da aplicação de Zn na germinação e o vigor das sementes de milho.

Em outras culturas, Gonçalves Jr et al. (2010) não observaram resposta da aplicação de Zn sobre a altura de planta, número de vagens e produtividade de soja no Paraná, em solo com teor de Zn de $1,41 \text{ mg kg}^{-1}$ na camada de 0-0,20 m. Hernandez et al. (2009) constataram que a aplicação de Zn em pasto Tanzânia aumentou a concentração de Zn na planta e no teor do solo, no entanto, diminuiu a produção de matéria seca da pastagem. Strey et al. (2009) não verificaram aumento do peso hectolítrico, massa de mil grãos e produção de grãos de trigo por efeito residual da aplicação de Zn na cultura da soja.

Tavares et al. (2013) observaram que a aplicação de Zn na semente de cevada em até 5 mg kg^{-1} não prejudica sua qualidade, além de permitir aumento na produção de grãos. Já Ireni et al. (2013) constataram que a aplicação de Zn na semente aumenta a concentração deste elemento na raiz do trigo. Por sua vez, Paro et al. (2008) não observaram resposta do trigo à aplicação de Zn na forma de acetato, tanto na altura de planta, peso da raiz, peso hectolítrico e produção de grãos.

Tunes et al. (2012) observaram que a aplicação de Zn na forma de sulfato na semente de trigo não influenciou na capacidade de emergência do trigo, mas permitiu o aumento do número de grãos por espiguetas e massa de grãos por planta.

Orieoli Jr et al. (2008) observaram que a forma de aplicação de Zn, não influenciou na altura de plantas de trigo, perfilhamento, entrenós e produção de matéria seca. Quando o zinco foi aplicado no solo de forma localizada, houve maior concentração do micronutriente disponível no solo. O teor foliar de Zn foi maior quando o Zn foi aplicado via foliar, ocasionando maior acúmulo do nutriente na massa seca da parte aérea do trigo.

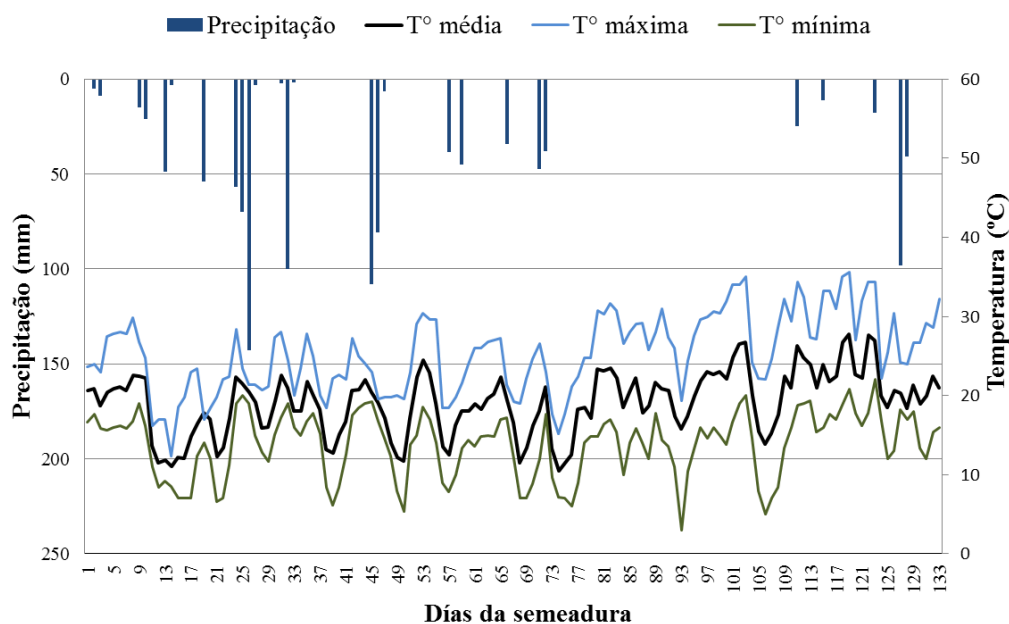
Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do trigo a aplicação de diferentes épocas e formas de Zn, com disponibilidade inicial do micronutriente acima do nível crítico considerado para o país ($1,6 \text{ mg kg}^{-1}$).

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no município de San Alberto, Departamento de Alto Paraná, Paraguai, nas coordenadas geográficas, latitude $24^{\circ}58'20,63''$ S e longitude $54^{\circ}57'50,39''$ O, a 355 m de altitude média, em condições de campo, numa área manejada sobre sistema plantio direto a mais de 10 anos, no período de maio a setembro de 2014.

O clima é subtropical moderado, com temperatura média mensal entre 17°C e 27°C e precipitação média anual que oscila entre 1.300 mm e 1.900 mm (LÓPEZ et al., 1995). Os dados meteorológicos da precipitação pluvial diária, temperatura média, mínima e máxima diária, durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.

Figura 1- Precipitação, temperatura média, mínima e máxima diária, ocorridas durante o ciclo da cultura do trigo, desde a semeadura (12-05-2014) até a colheita (22-09-2014), no presente experimento. San Alberto, Alto Paraná – Paraguai, 2014.



Fonte: Estação meteorológica da Unidade Ambiental da Itaipu binacional de San Alberto, Alto Paraná, Paraguai, 2014.

O solo onde foi realizado o experimento classificado no sistema Soil Taxonomy (1992) como Rhodic Kandudult, de textura argilosa de origem basáltica com minerais ferrosos, o que lhe confere coloração vermelha (LÓPEZ et al., 1995). Inicialmente foram coletadas amostras da camada de solo na profundidade de 0,0 – 0,10 m, para análise química (Tabela 1). O extrator do Zn é o Mehlich I.

Tabela 1 - Resultado da análise químico e físico do solo (0,00 – 0,10 m), antes da implantação do experimento. San Alberto, Paraguai, 2014.

pH	CO	P	H+Al	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	CTC	Zn	Areia	Silte	Argila
(Cl ₂ Ca)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³		g kg ⁻¹	
4,5	12,1	9,7	5,35	0,08	4,00	0,86	0,41	10,5	4,2	14,1	33,6	52,3

A cultura anterior era soja sobre sistema plantio direto. Vinte dias antes do plantio de trigo foram dessecadas as plantas espontâneas com o herbicida Glifosato 48% 3L ha⁻¹, mais Cletodim 24% 750 mL ha⁻¹, e posteriormente a três dias antes do plantio foi realizado uma dessecação com o herbicida Paraquat 24% 2 L ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições em área de 1528 m², divididas em 28 unidades experimentais de 4,6 m x 5,0 m, com 1,0 m entre tratamentos e 10,0 m entre blocos, para facilitar a semeadura e o controle de plantas espontâneas, pragas e doenças em forma tratorizada.

Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes formas de Zn (solo, semente e via foliar) e diferentes épocas (semeadura, perfilhamento e floração), distribuídos da seguinte maneira: tratamento 1 (testemunha), tratamentos 2 a 6 receberam Zn na forma de ZnO com concentração 100% p/v e o tratamento 7 que recebeu Zn na forma de ZnSO₄.H₂O com 22,64 % de Zn. Todos os tratamentos, com exceção da testemunha receberam 200 g de Zn aplicado de acordo a cada tratamento (Tabela 1).

Tabela 2 - Formas e épocas de aplicação de Zn na cultura do trigo. San Alberto, 2014.

Tratamentos	Época de aplicação				Dose do produto com Zn em cada aplicação g ha ⁻¹
	Na semeadura	Na semente	No perfilhamento	Na Floração	
T1 = Testemunha	---	---	---	---	0
T2 = ZnO	---	X	---	---	200
T3 = ZnO	---	---	X	X	100
T4 = ZnO	---	X	X	X	66,7
T5 = ZnO	---	X	X	---	100
T6 = ZnO	---	X	---	X	100
T7 = ZnSO ₄ .H ₂ O	X	---	---	---	200

A cultivar utilizada foi a CD 150 da linha Coodetec. Uma semana antes da semeadura foram aplicados 500 kg ha^{-1} de cal agrícola dolomítico. A semeadura foi realizada no dia 12 de maio de 2014, com uma semeadora em forma mecanizada, aplicando 300 kg ha^{-1} da fórmula 8-24-10 no sulco, no momento da semeadura a 5 cm de profundidade, e o trigo foi semeado a 2 cm de profundidade e 17 cm entre fileiras, semeando 350 sementes por m^2 . Aos 30 dias após a semeadura foi aplicado 60 kg ha^{-1} de N na forma de ureia (45%).

A aplicação de Zn no solo foi realizada no sulco de semeadura, no tratamento de semente foi aplicada na semente de acordo a dose proposta na tabela 1 e na aplicação foliar foi realizada com um pulverizador de mochila com CO_2 nas doses propostas na tabela 1.

O controle de plantas espontâneas foi realizado com a aplicação de Metsulfuron-methyl com dose de 7 g ha^{-1} . O controle de doenças foi realizado com a aplicação de 350 mL ha^{-1} do fungicida Azoxystrobin 20% + Tebuconazole 20% aos 41, 61 e 87 dias da semeadura. Aos 108 dias da semeadura foi aplicado o inseticida Methomyl 90% na dose de 350 g ha^{-1} para o controle de pulgão.

As variáveis medidas foram: altura de planta, onde foram avaliadas 30 plantas por unidade experimental, da base da planta até a ponta da espiga. O comprimento de espigas, das mesmas 30 plantas das quais foram determinadas a altura de planta, medida com régua. A quantidade de espiga por 1 m^2 em cada unidade experimental, contabilizando todas as espigas de 1 m^2 . A produção de grãos, para o qual foram colhido 2 m^2 de cada unidade experimental aos 136 dias da semeadura, pesadas, e determinada com umidade corrigida para 13%. O peso hectolítrico dos grãos de cada unidade experimental foi determinado medindo o peso de 100 mL de grãos.

Os dados das diferentes variáveis avaliadas experimentalmente foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística dos dados foi realizada com o uso do pacote estatístico ASSISTAT BETA 7,6 (2011).

Resultados e Discussão

As diferentes variáveis analisadas não diferiram entre os tratamentos, portanto, não sendo alterada pela aplicação de Zn, seja na forma de sulfato ou de óxido, assim como pela época e forma de aplicação (Tabela 4). A altura de planta de trigo no momento da colheita foi similar entre os diferentes tratamentos, oscilando entre 72,5 cm no tratamento 4, onde foi aplicado óxido de Zn na semente, no estágio de perfilhamento e na floração e 74,9 cm no tratamento 5, onde o Zn foi adicionado na forma de óxido no tratamento de semente e no

estádio de perfilhamento. Os resultados concordam com o Hernandez et al. (2009) que não encontraram aumento de altura no capim Tanzânia.

Estes resultados concordam com Orioli Jr et al. (2008) que não observaram resposta do trigo em altura à aplicação de Zn.

Tabela 4 - Altura de planta, tamanho de espigas, número de espigas, produção de grãos e peso hectolétrico de grãos de trigo por efeito da aplicação de zinco. San Alberto, Alto Paraná, 2014.

Tratamentos	Altura de planta ---- cm ----	Comprimento de espigas ----- cm -----	Número de espigas ----- m ² ----	Produção de grãos --- kg ha ⁻¹ ---	Peso hectolétrico ---- g L ⁻¹ ----
T1	74,1	7,15	475,0	2731	76,78
T2	74,1	7,20	475,5	2794	75,57
T3	73,4	7,30	476,0	2744	75,22
T4	72,5	7,00	483,0	3038	77,11
T5	74,9	7,60	484,8	3044	76,56
T6	73,9	7,15	448,3	2998	76,70
T7	73,7	6,95	481,5	3031	75,98
CV (%)	3,35	5,10	7,53	0,55	1,58
Valor F	0,48 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,51 ^{ns}	921,9 ^{ns}	1,38 ^{ns}
DMS	5,75	0,86	1,35	13,56	2,81

^{ns}: Não significativo; DMS: Diferença media significativa; CV: Coeficiente de variação

Considerando que o Zn é um dos componentes que controla a formação de ácido indol acético (AIA), um regulador de crescimento na planta (Taiz e Zeiger, 2004), sua deficiência afetaria negativamente o desenvolvimento e altura da planta.

Quanto ao tamanho das espigas não houve diferença significativa entre tratamentos por efeito da aplicação de Zn, variando o tamanho entre 6,95 cm no tratamento 7, onde foi aplicado Zn no solo na forma de sulfato e 7,60 cm no tratamento 5 (Aplicação de Zn na forma de óxido, no tratamento de semente e no estágio de perfilhamento).

O número de espigas foi similar entre todos os tratamentos, oscilando entre 448,3 espigas no tratamento 6, no qual foi aplicado Zn na forma de óxido de Zn no tratamento de semente e no estágio de floração e 484,8 espigas no tratamento 5 (Aplicação de Zn na forma de óxido, no tratamento de semente e no estágio de perfilhamento).

A produção de grãos não foi afetado pela aplicação de Zn, sendo que os valores ficaram entre 2731 kg ha⁻¹ na testemunha e 3044 kg ha⁻¹ no tratamento 5 (Aplicação de Zn na forma de óxido, no tratamento de semente e no estágio de perfilhamento). Esses resultados concordam com Gonçalves Jr. et al. (2009) que não encontraram resposta da aplicação de Zn na cultura da soja, Pereira et al. (2007) na cultura do milho, Fageria e Stone (2004) e Teixeira et al. (2008) na cultura do feijoeiro e discordam com Inocêncio et al. (2012) que

encontraram resposta do trigo a aplicação de Zn e discordando do resultado de Domingues et al. (2004) que encontraram resposta da aplicação de Zn na cultura do milho.

O peso hectolítrico foi similar entre os tratamentos, oscilando entre 75,22 g l⁻¹ no tratamento 3 (Aplicação de Zn na forma de óxido no perfilhamento e floração) e 77,11 g l⁻¹ no tratamento 4 (Aplicação de Zn na forma de óxido na semente e no estágio de perfilhamento e floração).

O solo do experimento apresentou inicialmente 4,2 mg kg⁻¹ de Zn, que é superior ao nível crítico (1,6 mg kg⁻¹). Neste contexto Borkert et al., 2006 ressalta que acima de 1,5 mg dm⁻³ de Zn existe pouca probabilidade de resposta das culturas a aplicação deste nutriente.

Conclusões

A cultura de trigo não respondeu a aplicação de diferentes épocas e formas de Zn.

Agradecimento

À Superintendência de Gestão Ambiental da Itaipu binacional e a Unidade Ambiental da Itaipu binacional de San Alberto pela concessão dos dados meteorológicos.

Referências

- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; OLIVEIRA, F.A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Cálculo do nível crítico de zinco trocável em solos do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. CD-ROM.
- BORTOLON L.; GIANELLO, C. Disponibilidade de cobre e zinco em solos do sul do Brasil **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p. 647-658, 2009.
- CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas). 2016. **Estadísticas**. Acesso: 10 de outubro 2016. (em línea). Disponível em <http://www.capeco.com.py>.
- COUTINHO E. L.; DA SILVA, E.J.; DA SILVA, A.R. Crescimento diferencial e eficiência de uso em zinco de cultivares de milho submetidos a doses de zinco em um Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 2, p. 227-234, 2007.
- DOMINGUES M. R.; BUZETTI S.; ALVES, M.C. SASSAKI, N. Doses de enxofre e de zinco na cultura do milho em dois sistemas de cultivo na recuperação de uma pastagem degradada. **Científica**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.147-151, 2004.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. Micronutrients in crop production. **Advances in Agronomy**, v.77, p.185-268, 2002.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de calcário e zinco. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.73-78, 2004.

FATECHA, A. **Fertilidad de Suelos**. Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias. 2006.198 p.

GALRÃO, E.Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.185-226.

GENC, Y.; McDONALD, G.K.; GRAHAM, R.D. 2006. Contribution of different mechanisms to zinc efficiency in bread wheat during early vegetative stage. **Plant and Soil** 281:353-367. DOI:10.1007/s11104-005-4725-7.

GONÇALVES JUNIOR, A.C.; LEMOS PRESTES, A.; TRAUTMANN, R.; DOS SANTOS, A.; ANDREOTTI M. Avaliação de extratores e fitodisponibilidade de zinco para a cultura do milho em Latossolo Vermelho eutroférico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 7-12, 2006.

GONÇALVES JUNIOR., A.C.; NACKE, H.; GARCIA M., N.; DE CARVALHO, E.; FERREIRA COELHO, G. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 660-666, maio/jun., 2010.

HERNANDES, A.; PRADO, R.M.; PEREIRA, F.; MODA, L.R.L.; ICHINOSE, G.; GUIMARÃES, R.M.; Desenvolvimento e nutrição do capim-tanzânia em função da aplicação de zinco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.5, p.383-389, Sept./Oct. 2009.

INOCÊNCIO, F.M.; RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; VELOSO, M.P.; FERRAZ, F.M.; HICKMANN, C. Resposta da soja à adubação com zinco em solo com teores acima do nível crítico **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.47, n.10, p.1550-1554, out. 2012.

LÓPEZ, G.; GONZÁLEZ, E.; DE LLAMAS G.; MOLINAS M.; FRANCO, S.; GRACÍA S.; RÍOS A. **Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay**. República del Paraguay. Volumen 1. Assunção, Paraguai. 1995.246 p.

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

ORIOLI Jr, V.; MELLO P, R.; LEONEL, C.L.; CAZETTA, A.; MARTORELI da S, C.; BARBOSA Z, J.; GAMA B, C.H. Modos de aplicação de zinco na nutrição e na produção de massa seca de plantas de trigo. **Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal**, v. 8, n.1, p. 28-36. 2008.

PARO, P. LIMA F,D.T. Resposta da produtividade, PH, peso de raiz, altura de plantas e peso de 1000 grãos da cultura do trigo em função de variadas doses de Acaplus. **Revista Cultivando o Saber**, v. 2, p. 47-55, 2008.

STREY, L.; NAVA, I.A., GONÇALVES JUNIOR A.C.; NACKE, H.; SCHWANTES, D. Produtividade do trigo em função da adubação residual da cultura do soja utilizando diferentes fontes de zinco. **Synergis muss cyentifica** UTFPR, Pato Branco, v. 4, v.1, 2009.

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

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM L.; ANDRADE ARAÚJO G.; FERREIRA FONTES R.L. Manganese and zinc leaf application on common bean grown on a “cerrado” soil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 77-81, 2004a.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A.; SILVA, A.G da; KIKUTI, H. Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 255-259, 2008.

TEIXEIRA, I.R.; BORÉM, A; ANDRADE, M.J.B de; GIÚDICE; M.P. del; CECOM, P.R. Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 147-152, 2004b.

TUNES M. L; CARDOSO P D; CÍCILIANO T L; ANA PICCININ B P; SOUZA A. B. A.C; BRIAÑO M. M. F. Tratamento de sementes de trigo com zinco: armazenabilidade, componentes do rendimento e teor do elemento nas sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1141-1146. 2012.