

EFEITO AGRO ECONÔMICO DOS ADUBOS CONTENDO ZINCO DE DIFERENTES MARCAS COMERCIAIS NO CULTIVO DA SOJA EM UM LATOSSOLO VERMELHO

Ivair André Nava

Doutorando de Pós-graduação em Agronomia da UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Rua Pernambuco, 1777. Marechal Cândido Rondon – PR. E-mail: eai vair@yahoo.com.br

Affonso Celso Gonçalves Jr

Professor do curso de Agronomia. UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Rua Pernambuco, 1777. Marechal Cândido Rondon – PR. E-mail: affonso133@hotmail.com

Valdir Luiz Guerini

Agente de Ciência e Tecnologia do IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná. Caixa Postal 69, CEP 85950-000. Palotina - PR. E-mail: valdiguer@ibest.com.br

Herbert Nacke

Doutorando de Pós-graduação em Agronomia da UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Rua Pernambuco, 1777. Marechal Cândido Rondon – PR. E-mail: herbertnacke@hotmail.com

Daniel Schwantes

Mestrando de Pós-graduação em Agronomia da UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Rua Pernambuco, 1777. Marechal Cândido Rondon – PR. E-mail: daniel_schwantes@hotmail.com

Resumo - Para o aumento da produtividade de grãos de soja e redução de seus custos, o uso de micronutrientes tem se intensificado nos últimos anos. O objetivo do trabalho é avaliar a produtividade e componentes de produção da soja, com a aplicação de adubo químico formulado com diferentes fontes de Zn e marcas comerciais, bem como a análise econômica de duas doses de aplicação. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) com três repetições e esquema fatorial 5x2. Constituído de 5 fontes de fertilizantes (4 com Zn e 1 sem Zn), e duas doses de adubação (300 e 600 kg ha⁻¹). Os fertilizantes possuem as fórmulas de NPK (2 - 20 - 18 e 0,3% de Zn quando presente), aplicados na base. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A aplicação da dose de 300 kg ha⁻¹ proporcionou elevação, em relação à utilização do dobro da dose, dos teores foliares de Zn, já o dobro da adubação (600 kg ha⁻¹) proporcionou elevação dos parâmetros componentes da produção e produtividade da soja; bem como dos teores de P, K e Zn no solo como efeito residual da adubação. A análise econômica demonstrou viabilidade no uso do dobro da dose de adubação e o uso do fertilizante contendo Zn não acarretou ganhos financeiros em relação a produtividade.

Palavras chave: micronutriente, fertilizante, manejo de adubação

AGRO ECONOMIC EFFECT OF ZINC CONTAINING FERTILIZERS OF DIFFERENT TRADEMARKS OF SOYBEAN CULTIVATION IN OXISOI

Abstract - To increase the productivity of soybeans and reducing its costs, the use of micronutrients has been intensified in recent years. The objective is to evaluate productivity and yield components of soybeans, with the application of chemical fertilizer formulated with different sources of Zn and trademarks, as well the economic analysis of two application doses. The experimental design was a randomized block design (RBD) with three replications and a factorial 5x2. Consisting of the five fertilizer sources (4 with and 1 without Zn), and two fertilizer doses (300 and 600 kg ha⁻¹). The fertilizers are formulas of NPK (2 - 20 - 18 and 0.3% Zn when Presento), applied at the base. The Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability. The application of 300 kg ha⁻¹ gave rise, in relation to the use of double dosage in Zn leaf contents, since the double fertilization (600 kg ha⁻¹) gave rise of the parameters and yield components of soybeans, as well the levels of P, K and Zn in the soil as residual effect of fertilizer. The economic analysis demonstrated the viability of using double fertilizer dose and use of fertilizer containing Zn did not cause financial gain in relation to productivity.

Words key: micronutrient, fertilizer, fertilizer management

INTRODUÇÃO

É de conhecimento que o cultivo da soja (*Glycine max*) é uma atividade extremamente importante para a economia brasileira e responsável por milhões de empregos diretos e indiretos. O mercado da soja é altamente competitivo, onde o agricultor brasileiro necessita aumentar sua produtividade e também reduzir seus custos, para isso, algumas práticas precisam ser adotadas e o uso de micronutrientes pode ser uma delas.

Dentre as principais oleaginosas cultivadas no mundo, a soja participa com pouco mais de 50% da produção total. Com o aumento da população mundial, o consumo de soja e seus subprodutos, deverá incrementar a participação deste no mercado internacional (OLIC, 2007; EMBRAPA SOJA, 2006 b).

O manejo da cultura, tem-se tornado um dos principais fatores de produtividade da soja nos sistemas tecnificados, em que é comum o desbalanceamento nutricional no solo, principalmente dos micronutrientes; este fator vem aumentando o interesse por maiores estudos sobre doses e fontes de fertilizantes com micronutrientes (OLIVEIRA, 2001). Sendo que a adubação é uma das principais técnicas aplicadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade de um sistema de cultivo vegetal (RODRIGUES et al., 2010).

A composição básica do adubo ou fertilizante é conhecida como NPK (nitrogênio, fósforo e potássio respectivamente). O N responsável pelo crescimento; P é o elemento que aumenta a massa pela energia e o K pelo fornecimento do açúcar, necessário para o bom desenvolvimento da planta; por sua vez o micronutriente garante outros aspectos no crescimento das culturas, e sua importância para a produtividade está na atuação como chaves, que ligam enzimas nas plantas, desencadeando os processos metabólicos (FAVARIN & MARINI, 2008).

As quantidades de micronutrientes exigidas pelas culturas são pequenas, o que dificulta sua aplicação uniforme no campo, desta forma, os fertilizantes, aplicados em grande quantidade (NPK), são utilizados como veículos para se adicionar micronutrientes ao solo, estando esses elementos presentes em baixas concentrações (ALCARDE & VALE, 2003).

Martens & Westermann (1991), relatam que o zinco (Zn) exerce funções importantes no metabolismo de carboidratos, proteínas e auxinas, e verificaram que a exportação dos micronutrientes do solo pelos grãos, constitui um dos principais meios de seu esgotamento do solo.

Contudo, para se obter alta produtividade, a planta exige solos férteis e com boas condições físicas, assim a adoção de novas tecnologias de fornecimento de

nutrientes se faz necessário (MARTINS et al., 2010). Com isso, a correção da fertilidade e o manejo adequado do solo têm sido os meios usados para manter a produtividade de grãos (OLIVEIRA, 2001; GONÇALVES Jr. & PESSOA, 2002).

Nos últimos anos tem se intensificado o uso de micronutrientes na agricultura brasileira, tendo contribuído para isso, dentre outros fatores, o desenvolvimento de variedades com elevado potencial produtivo, perdas anuais de 800 milhões de toneladas de solo com a erosão, uso de fórmulas de fertilizantes de alta concentração, avanço da fronteira agrícola para os solos ácidos e pobres dos cerrados e correção de acidez; o que faz os micronutrientes estarem em evidência no mercado da soja e o desafio está em como utilizá-los racionalmente (FAVARIN & MARINI, 2008).

Diante desse fato, atualmente empresas formuladoras de fertilizantes, cada vez mais fornecem ao mercado brasileiro produtos com micronutrientes, principalmente o Zn em sua mistura, a maioria desses produtos lançados, usam da estratégia de Marketing empresarial, usando nomes comerciais sugestivos e extravagantes, como “Extra”, “Top”, “Força Total”, “Turbo”, “Premium” e outros; com o intuito de diferenciação em termo de desempenho à campo e com os preços conseqüentemente maiores.

Ademais, na legislação brasileira a garantia e os métodos oficiais de análise referem-se ao teor total dos micronutrientes (BRASIL, 1983). Isto possibilita comercializar diversos coprodutos industriais que contenham micronutrientes com teores totais exigidos pela legislação, mas que podem ter baixa solubilidade e não indicados na legislação. Um exemplo é a comercialização de Zn metálico sob o rótulo de óxido de Zn (ALCARDE & VALE, 2003).

Contudo, a discussão sobre o uso de micronutrientes deve ser avaliada regionalmente, considerando-se o tipo e manejo do solo, clima e culturas implantadas, tendo-se especial cuidado com o excesso ou má distribuição do calcário em muitas situações de lavouras (PAULETTI, 1999).

Baseado na hipótese, que o adubo com Zn comprado pelo agricultor, não seja agro economicamente viável, também na busca de compreender mais, como esses adubos químicos comerciais atuam no sistema solo-planta e como as empresas formuladoras tratam essa questão, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a produtividade e componentes de produção da soja, com a aplicação de diferentes marcas comerciais de adubos (com e sem Zn), bem como proceder a análise econômica de duas doses de aplicação e do adubo contendo o micronutriente Zn incorporado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2007/2008, safra de verão, no município de Palotina no Oeste do Estado do Paraná (latitude 24° 18' 58" S, longitude 53° 55' 18" W e altitude de 310 m). O Solo onde foi conduzido o experimento é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006 a) de

textura argilosa. O clima local é tropical quente úmido (Cfa) segundo classificação de Köppen, (1931). O local de condução foi a campo, em área de lavoura comercial com sistema de plantio direto na palha (SPDP). Os dados das condições climáticas, no município, durante o experimento, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Médias de precipitações pluviométricas (mm), temperaturas máxima (MAX) e mínima (MIN) e umidade relativa (UR) durante a realização do experimento, no período de novembro/2007 a fevereiro/2008

Mês	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperaturas		UR (%)
		MAX (°C)	MIN (°C)	
Nov	163	30,9	20,8	71
Dez	168	35,8	18,1	77
Jan	190	30,3	19,7	72
Fev	176	32,3	19,5	71

Fonte: IAPAR – Palotina - PR.

Os resultados da análise química do solo (0 - 20 cm), antes da instalação do experimento, estão demonstrados

na Tabela 2, análise essa realizada segundo a metodologia oficial do Paraná (PAVAN et al., 1992).

Tabela 2. Características químicas do solo no início do experimento

pH	MO	P	K ⁺	Ca	Mg	Al	V	Zn
(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	----- (cmol _c dm ⁻³) -----		----- (%) -----		----- (µg g ⁻¹) -----	
4,90	23,59	12,00	0,85	3,57	1,32	0,18	47,00	3,65

O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso com 3 repetições e esquema fatorial (5x2), envolvendo 5 produtos comerciais, sendo 4 com Zn e 1 sem Zn e duas doses de aplicação. As parcelas foram constituídas de cinco linhas de plantas de soja com 4 m de comprimento, espaçamento entre-linhas de 0,45 m e 18 plantas por metro linear. Utilizou-se como parcela útil as três linhas centrais, desprezando como bordadura 1 m da extremidade, com uma área útil de 2,7 m².

Os adubos comerciais, foram adquiridos de empresas diferentes, designados apenas por A, B, C, D e E; possuindo a fórmula na etiqueta de NPK/Zn, 2-20-18 com Zn a 0,3% quando presente; na forma física de mistura de grânulos e aplicados na base. Como não são divulgados os tipos de fontes utilizadas na formulação dos adubos, foi realizado análise química dos mesmos, segundo metodologia da AOAC, (2005), representado na Tabela 3

Tabela 3. Tratamentos e análise química dos adubos utilizados

Marca	Fórmula (NPK-Zn)	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
		----- (g kg ⁻¹) -----				----- (mg kg ⁻¹) -----	
A	02 - 20 - 18 + 0,3% Zn	14,79	12,83	68,33	5,09	1185,58	1349,68
B	02 - 20 - 18 + 0,3% Zn	14,55	12,97	68,00	5,37	1430,57	1321,80
C	02 - 20 - 18 + 0,3% Zn	14,76	12,95	67,58	4,96	1356,38	1302,41
D	02 - 20 - 18 + 0,3% Zn	23,50	32,17	56,13	8,07	8700,00	3313,33
E	02 - 20 - 18 + 0,0% Zn	15,23	12,72	69,82	4,80	892,02	1206,82

Foram testadas duas doses de fertilizantes calculadas conforme objetivos de produtividade pela EMBRAPA SOJA (2006 b), cuja aplicação foi de 300 kg ha⁻¹ do formulado (D1) e o seu dobro (D2). Utilizou-se a cultivar de soja NK-412113, pertencente ao grupo de maturação precoce (5.9), com ciclo médio de 125 dias, semeada em novembro de 2007.

Foram coletadas amostras de folhas de soja 53 dias após a emergência no estádio fenológico R2 (floração plena com maioria dos racemos com flores abertas). Em cada parcela útil retirou-se 20 folhas trifoliadas (folíolos + pecíolo) do terço médio da planta (EMBRAPA SOJA, 2006 b).

Para determinação do teor foliar dos nutrientes (K, Ca,

Mg e Zn), foi utilizado o método de digestão nitro-perclórica (AOAC, 2005) e a determinação realizada por meio de espectrometria de absorção atômica (EAA), modalidade chama (WELZ & SPERLING, 1999). O P foi determinado por meio de digestão sulfúrica (AOAC, 2005) e uso da técnica de espectroscopia de ultravioleta/visível (UV-VIS).

A colheita manual ocorreu aos 125 dias após emergência, recolhendo-se todas as plantas na parcela útil. Foram avaliados os seguintes componentes de produção: número de legumes por planta, número de grãos por legume, número de grãos por planta, massa de 100 grãos (13% de umidade) e a produtividade de grãos.

Após a colheita do experimento, foi coletada uma amostra composta de solo (0 - 20) dentro de cada parcela útil, para fins de representar todos os tratamentos

individualmente. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, exceto as médias de doses, comparadas pelo teste F (Fisher). O programa estatístico utilizado foi o SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância, para os teores de nutrientes no tecido foliar da soja, demonstrou efeito significativo na fonte de variação dose, para o micronutriente Zn. Já para a fonte de variação fertilizante, não houve efeito significativo para os elementos (Tabela 4). Mesmo caso para a interação entre dose versus adubo (D. X A.), onde não se obteve resultado significativo ($P > 0,05$).

Tabela 4. Análise de variância do tecido vegetal

FV	GL	QM				
		P	K	Ca	Mg	Zn
Dose	1	0,047ns	5,20ns	61,34ns	0,45ns	45,63*
Adubo	4	0,024ns	1,96ns	17,33ns	0,08ns	12,46ns
D. X A.	4	0,020ns	2,35ns	16,91ns	0,09ns	4,46ns
Erro	18	0,024	2,42	14,44	0,33	7,28
CV (%)		10,41	4,12	28,59	11,44	7,08

FV = fonte de variação; QM = quadrado média; P = fósforo; K = potássio; Ca = cálcio; Mg = magnésio; Zn = zinco; D. X A. = fatorial dose versus adubo; * - significativo teste F (Fisher 5%); ns – não significativo.

Na Tabela 5 encontra-se a avaliação do tratamento dose para os teores de macro e micronutrientes no tecido foliar. Para o teor de Zn; quando se utilizou uma vez a dose, as médias obtidas foram superiores

significativamente quando comparadas ao dobro da dose, desta maneira, o aumento da dose não contribuiu para o aumento do teor foliar de Zn.

Tabela 5. Valores dos teores de P, K, Ca, Mg e Zn no tecido foliar da soja em função das doses de adubos aplicados

Tratamento	P	K	Ca	Mg	Zn*
	----- (g kg ⁻¹) -----				(mg kg ⁻¹)
D1	1,56	37,45	14,53	4,97	39,61
D2	1,46	38,23	11,97	5,10	36,72

*- significativo ao teste F (Fisher 5%); D1 – dose aplicada; D2 – dobro da dose aplicada.

No caso do Zn, Olsen (1972) explica que as exigências das raízes são atendidas em primeiro lugar, e depois ocorre um significativo transporte para a parte aérea. Também pode ocorrer, uma possível insolubilização do Zn pelo fosfato na superfície das raízes, o que ocasiona a redução da absorção, ou inibição não competitiva da absorção de Zn pelo P (MALAVOLTA et al., 1997), essas

afirmações poderiam explicar os menores teores de Zn nas folhas, para o D2, ocasionando deficiência temporária de Zn, contudo sem afetar a produtividade da soja.

Outra questão é o fato para que, na aplicação do dobro da dose, a média de Zn foi menor, segundo Lopes (1999), deficiências de Zn podem ocorrer quando se usam altas doses de fertilizantes fosfatados, várias culturas

comerciais já mostraram os efeitos da interação Zn/P, grandes quantidades de Zn podem ser fixadas pela fração orgânica do solo induzindo a deficiências, sendo que o solo do experimento (Tabela 2), tem classificação média (2,01 – 4,00 dag kg⁻¹) contribuindo para essa indução (LOPES & GUILHERME, 2010).

Outra exposição é sobre a adição de P, que pode promover aumento da taxa de crescimento suficiente para diminuir a concentração de Zn nas plantas ao nível de deficiência, pois a taxa de absorção de zinco não aumenta de forma rápida o suficiente para manter a concentração necessária na parte aérea, caracterizando o efeito de diluição (LONERAGAN & WEBB, 1993; OLSEN, 1972), esse efeito comentado pelos autores, pode ser uma explicação para o fato da adição de P, no experimento,

onde feito com o dobro da dose, ter diminuído o teor de Zn no tecido foliar.

Segundo Carneiro et al. (2008), referem-se a processos metabólicos, onde o comportamento do P e do Zn na planta mudam em função da disponibilidade dos mesmos no meio, desta maneira, entre o P e o Zn parece existir um antagonismo mútuo, o que encontramos nesse experimento.

Na análise de variância, para os componentes da produção e da produtividade da soja, Tabela 6, verificou-se efeito significativo (P<0,05) para a fonte de variação, dose, nos componentes número de legumes por planta, número de grãos por planta, massa de 100 grãos e produtividade.

Tabela 6. Análise de variância para os componentes de produção e produtividade da soja

FV	GL	QM				
		LP	GL	GP	M100	PROD
Dose	1	109,06*	0,008ns	678,7*	10,52*	2925201**
Fert.	4	18,99ns	0,001ns	89,38ns	0,39ns	62344ns
D. X F.	4	2,58ns	0,018ns	22,50ns	1,43ns	129635ns
Erro	18	16,15	0,004	89,33	1,39ns	176224
CV (%)		13,66	3,20	14,55	7,47	14,68

LP – legumes por planta; GL – grãos por legumes; GP – grãos por planta; M100 – massa de 100 grãos (g); PROD – produtividade (kg ha⁻¹); *- significativo ao teste F (Fisher 5%); ** - significativo ao teste F (Fisher 1%); ns – não significativo.

Na Tabela 7, encontram-se as médias dos tratamentos de doses; em todos os parâmetros, a aplicação do dobro da

dose de adubo apresentou aumento significativo para os componentes de produção e produtividade.

Tabela 7. Componentes da produção e da produtividade da soja, em função da dose de adubo

Dose	LP*	GL	GP*	M100*	PROD**
	------(n)-----			(g)	(kg ha ⁻¹)
	n				
D1	27,56	2,15	59,97	14,60	2337,21
D2	31,30	2,22	69,57	16,12	3016,85

*- significativo ao teste F (Fisher 5%); ** - significativo ao teste F (Fisher 1%); n = número contagem.

A ausência de resposta significativa dos adubos contendo Zn e sem Zn, pode ser atribuída ao seu alto teor no solo (Tabela 2), que segundo EMBRAPA SOJA (2010), encontra-se na faixa Alto de interpretação (1,5 – 10,0 mg dm⁻³), mas de acordo com o autor ainda é recomendado a aplicação de Zn, pois não entrou na faixa Muito Alto.

Resultado semelhante obteve Fageria & Stone (2004), onde em seu trabalho, não encontrou efeito significativo na produção de feijão com a aplicação de Zn, em virtude de seu alto teor no solo. Nessa mesma diretriz, o solo do

experimento não poderia ser considerado adequado para uma aplicação de Zn, mas encontramos inúmeros agricultores que realizam esse mesmo manejo em suas lavouras.

Também segundo Pauletti (1999), a cultura da soja, não tem apresentado resposta à adubação com Zn nas áreas tradicionais de cultivo. Isso pode ser atribuído à elevada disponibilidade de Zn nos solos argilosos. No decorrer dos anos, a elevação do Zn-trocável (Zn²⁺) nesses solos, é consequência da adubação em quantidades superiores ao exportado pela soja, da reaplicação anual de

Zn presente nas fórmulas de adubos e associada como contaminante, no calcário e no adubo fosfatado aplicado (BORKERT, 2002).

A análise de variância, para os teores de nutrientes no solo após colheita da soja, demonstrou efeito significativo na fonte de variação dose, para os elementos P, K, Mg e

Zn, (Tabela 8), não sendo encontrada significância para o fator adubo. As médias para a fonte de variação dose se encontram na (Tabela 9). Também resultou efeito significativo para a interação D. X A.; apresentado na Tabela 10.

Tabela 8. Análise de variância para os teores de nutrientes no solo após colheita

FV	GL	QM				
		P	K	Ca	Mg	Zn
Dose	1	7958**	1,90**	0,14ns	0,52*	70,22**
Adubo	4	333ns	0,04ns	0,16ns	0,02ns	9,36*
D. X A.	4	432ns	0,04ns	0,08ns	0,09ns	7,23*
Erro	18	285	0,06	0,18ns	0,04	1,30
CV (%)		44,91	22,50	15,60	17,26	21,22

*- significativo ao teste F (Fisher 5%); ** - significativo ao teste F (Fisher 1%); ns – não significativo.

Tabela 9. Valores dos teores de P, K, Ca, Mg e Zn em função das doses de adubos aplicados

Tratamento	P**	K**	Ca	Mg*	Zn**
	----- (g kg ⁻¹) -----				(mg kg ⁻¹) ¹
D1	21,32	0,89	2,68	1,33	3,86
D2	53,89	1,40	2,82	1,07	6,92

*- significativo ao teste F (Fisher 5%); ** - significativo ao teste F (Fisher 1%).

Nota-se que para os elementos P, K e Zn; com a aplicação do dobro da dose, houve acréscimo de seus teores no solo. Ao contrário do elemento Mg que por sua vez teve um efeito contrário, diminuindo seu teor com o uso do dobro da dose; fato esse que pode ser explicado,

segundo Gianello et al. (1995) onde explicam que menores teores de Mg no solo, está relacionado com adição de doses excessivas de K, o que ocorreu com o solo do experimento (Tabela 9), devido a maior facilidade que o Mg tem de lixiviação em desequilíbrio com o K.

Tabela 10 – Desdobramento da interação adubo versus dose de aplicação para o elemento Zn

ADUBO / DOSE	D1	D2
A	3,7 Ab	6,40 Ba
B	4,0 Ab	10,70 Aa
C	3,5 Ab	6,56 Ba
D	5,1 Aa	5,80 Ba
E	2,8 Ab	5,10 Ba

Letras iguais minúsculas na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letra maiúscula referente a adubos para cada dose e letra minúscula referente as doses para cada adubo.

Nesta análise de solo, ainda pode-se constatar valores médios de 3,86 (µg g⁻¹) para D1 e 6,90 (µg g⁻¹) para D2. Dentro dos tratamentos com D1; 4,07 (µg g⁻¹) para fertilizantes com Zn e 2,8 (µg g⁻¹) para fertilizantes sem Zn. Dentro dos tratamentos com D2; 7,36 (µg g⁻¹) para

fertilizantes com Zn e 5,10 (µg g⁻¹) para fertilizantes sem Zn (Tabela 10).

De fato o aumento da dose de adubação favoreceu o efeito residual no campo (Tabela 9) do micronutriente Zn, que está de acordo com Lopes (1999); que para aumentar

a uniformidade de distribuição e visando uma maior eficiência dos micronutrientes, para as mais diversas culturas, uma alternativa de manejo é o aumento das doses, sem ou com incorporação, para facilitar a distribuição uniforme, se utilizando das vantagens do efeito residual de alguns fertilizantes, principalmente aqueles que fornecem cobre e zinco.

O uso do fertilizante contendo Zn não acarretou aumento significativo da produtividade em relação ao uso do adubo sem o Zn (Tabela 6), no entanto pode-se destacar o residual que o fertilizante contendo Zn proporcionou ao solo (Tabela 9), sendo de grande importância para a cultura subsequente e proporcionando uma reserva do micronutriente no solo, que segundo EMBRAPA, (2010) as concentrações se enquadram na faixa Alta para esse elemento.

Doses relativamente altas de Zn (25 a 30 kg de Zn ha⁻¹) podem corrigir deficiências por vários anos, por causa

da lenta reversão do Zn para formas não disponível para as plantas, assim o conhecimento do efeito residual de fertilizantes contendo micronutrientes é de fundamental importância para definição de doses e do intervalo de reaplicação dos mesmos (LOPES, 1999).

A análise econômica para as doses, no experimento (safra 2007/2008), evidenciou que a produtividade de grãos de 3172,59 kg ha⁻¹ (Tabela 11), obtida com a aplicação do dobro da dose, representou um acréscimo em torno de 24,51% na produtividade de grãos, ou 624,52 kg ha⁻¹ em relação à aplicação de uma vez a dose de adubação padrão, o que significou um aumento em US\$ 257,09 por ha⁻¹; evidenciando viabilidade econômica no uso do dobro da dose de adubação; deve ser mencionado, que resultados dependem muito da obtenção de altas produtividades, bem como preços compensatórios à venda dos grãos.

Tabela 11 - Análise econômica em US\$, da aplicação de adubos com e sem Zn na produtividade de grãos da soja

Tratamentos	Custo*	Produtividade**	Diferença***	Valor****
Adubos				
Adubo com Zn – D1	146,76	2532,16	-79,55	-32,75
Adubo sem Zn – D1	137,22	2611,71		
Adubo com Zn – D2	293,52	3161,57	-55,07	-22,67
Adubo sem Zn – D2	274,44	3216,64		
Doses				
D1		2548,07	-624,52	257,09
D2		3172,59		

*custo médio dos adubos por hectare; **produtividade média por hectare; ***diferença entre adubo com Zn e sem Zn D2 sobre D1; ****valor em relação a venda da soja grão US\$ 24,70 a saca de 60 kg; - valor de compra dos adubos referentes ao mês de novembro de 2007 convertido ao dólar (1,00 US\$ = 1,75 R\$) - valor da soja no mês de maio de 2008 em dólar na cotação de (1,00 US\$ = 1,66 R\$).

Para o uso de uma vez a dose, o adubo com o Zn representa uma perda de 32,75 por ha, já para o dobro da dose o uso do adubo com zinco representa uma perda de 22,67 por ha (Tabela 11).

Para fins econômicos o uso do adubo contendo Zn não acarreta em lucro imediato, sendo seu uso indicado para situações onde se almeja o efeito residual desse micronutriente no solo (Tabela 9 e 10).

CONCLUSÕES

1. A aplicação da dose de 300 kg ha⁻¹ proporcionou elevação, em relação à utilização do dobro da dose, dos teores foliares de Zn.

2. O dobro da adubação 600 kg ha⁻¹ proporcionou elevação dos parâmetros componentes da produção e produtividade da soja; bem como dos teores de P, K e Zn no solo como efeito residual da adubação.

3. A análise econômica demonstrou viabilidade no uso do dobro da dose de adubação e o uso do fertilizante

contendo Zn não acarretou ganhos financeiros em relação a produtividade.

LITERATURA CITADA

ALCARDE, J. C.; VALE, F. Solubilidade de micronutrientes contidos em formulações de fertilizantes, em extratores químicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 363–372, 2003.

AOAC, Official methods of analysis. 18 ed. Maryland: AOAC, 2005. 3000 p.

BORKERT, C. M. Ganhos em produtividade de culturas anuais com micronutrientes na Região Sul. In: Curso de fertilidade do solo em plantio direto. Resumos de Palestras. Passo Fundo - RS. Aldeia Norte Editora, 2002. p. 81-96.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Análises de corretivos, fertilizantes e inoculantes - Métodos oficiais. Brasília, Laboratório Nacional de Referência Vegetal (LANARV) / Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 104p. 1983.
- CARNEIRO, Leandro Flávio; FURTINI, Antônio Eduardo Neto; RESENDE, Álvaro Vilela de; CURI, Nilton; SANTO, José Zilton Lopes; LAGO, Fabiano José do. Fonte, doses e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho. Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1133-1141, 2008.
- EMBRAPA; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006 a.
- EMPRAPA SOJA. Tecnologias de Produção de Soja, Londrina, ISSN 1677-8499, 2006 b.
- 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.
- FAVARIN, J. L; MARINI, J. P. Importância dos micronutrientes para a produção dos grãos. <http://www.snagricultura.org.br> . 20 Jun. 2008.
- FERREIRA. D. F. SISVAR: Sistemas de análises estatísticas. Lavras: UFLA. 2003.
- GIANELLO, Clesio; BISSANI, Carlos Alberto; TEDESCO, Marino José. Princípios de fertilidade de solo. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS. 1995. 276 p.
- GONÇALVES Jr., A. C.; PESSOA, A. C. S. Fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em argilossolo vermelho eutrófico a partir de adubos comerciais. Scientia Agraria, v. 3, n. 1-2, p. 19-23. 2002.
- KOPPEN, W. Grundriss der Klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 390 p.
- LONERAGAN, J. F.; WEBB, M. J. Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: ROBSON, A. D. (Ed.). Zinc in soil and plants. Madison: Kluwer Academic. p. 119-134. 1993.
- LOPES, A. S. Micronutrientes: Filosofias de aplicação e eficiência agrônoma. ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos, n. 11, São Paulo. 1999.
- LOPES, Alfredo Scheid e GUILHERME, Luiz Roberto Guimarães. Interpretação de análise de solo – conceitos e aplicações. Boletim Técnico N° 2. ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos. http://www.anda.org.br/boletins/Boletim_02.pdf . Dez. 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MARTENS, D. C.; WESTERMANN, D. T. Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Ed.) Micronutrients in agriculture. Madison: Soil Science Society of America. p. 549-592. 1991.
- MARTINS, Lima Deleon; NICOLINE, Henrique Otes; RODRIGUES, Wagner Nunes; TOMAZ, Marcelo Antonio; AMARAL, José Francisco Teixeira do. Uso de escória de siderurgia como corretivo de acidez e de diferentes fontes de adubação no desenvolvimento inicial de pinhão manso. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.5, p. 74 – 80. 2010.
- OLIC, N. B. Os caminhos percorridos pela soja no Brasil. Revista Pangea – Quinzenário de Política, Economia e Cultura. <http://www.clubemundo.com.br> . Jan. 2007.
- OLIVEIRA, I. P. Concentrações residuais de cobre, ferro, manganês e zinco em Latossolo Roxo eutrófico sob diferentes tipos de manejo. Pesquisa Agropecuária Tropical, n. 31, v. 2, p. 97-103. 2001.
- OLSEN, S. R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J. J., GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Ed.). Micronutrients in agriculture. Madison: Soil Science Society of America, p. 243-264. 1972.
- PAULETTI, V. Disponibilidade e resposta de culturas a micronutrientes no sistema plantio direto. Revista Plantio Direto: atualização tecnológica. Castro: Fundação Cargill, Fundação ABC, p. 71-95. 1999.
- PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMOULSKI, H. D.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade. Londrina: IAPAR - Circular, 76, 1992.
- RODRIGUES, Wagner Nunes; NICOLINE, Henrique Otes; MARTINS, Lima Deleon; TOMAZ, Marcelo Antonio; AMARAL, José Francisco Teixeira do. Acúmulo de biomassa pela mamoneira submetida a diferentes adubações e aplicação de escória de siderurgia. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.5, p. 33.

2010.

WELZ, B.; SPERLING, M. Atomic Absorption Spectrometry. 2 ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1999. 941 p.

Recebido em 14 12 2010

Aceito em 10 10 2011