

COMUNICAÇÃO

PRODUTIVIDADE DO MILHO EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO COM NPK E ZN EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO E LATOSSOLO VERMELHO EUTROFÉRRICO

Corn productivity as an answer to fertilization with NPK and Zn on eutrophic red-yellow argissol and red eutroferic latossol

**Affonso Celso Gonçalves Júnior¹, Ricardo Robson Trautmann², Nilton Garcia Marengoni¹,
Ossival Lolato Ribeiro³, Alexandre Leseur dos Santos³**

RESUMO

Objetivando-se avaliar os componentes de produção e a produtividade da cultura do milho em função da adubação, com diferentes doses de Zn (Zinco), e NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), realizou-se este trabalho nos municípios de Palotina – PR, em Argissolo Vermelho – Amarelo eutrófico e Marechal Cândido Rondon - PR, em Latossolo Vermelho eutroférrico. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 3x3 constituindo três doses de adubação NPK: sem adubação; uma vez (30–100–50 kg ha⁻¹), e duas vezes a recomendação de adubação (60–200–100 kg ha⁻¹), com base na análise do solo. Outro fator em estudo foi o Zn, em diferentes doses: 0,0; 5,0 e 10,0 mg dm⁻³. As parcelas corresponderam a 3,6 m de largura por 6 m de comprimento. Foram semeadas 4 linhas espaçadas com 0,9 m, utilizando-se como parcela útil as 2 linhas centrais, descartando-se 1,5 m de bordadura. A população de plantas foi de 6,5 sementes, por metro linear. Com relação à adubação de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), obteve-se aumento significativo para os componentes: número de grãos, massa de 1000 grãos e a produtividade, sendo a dose 60–200–100 kg ha⁻¹ a que proporcionou os melhores resultados no Latossolo Vermelho eutroférrico e no Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, proporcionou aumento significativo na massa de 1000 grãos e na produtividade. Em relação à adubação com o Zn, não obteve-se aumento significativo, nos dois solos, entre os tratamentos para os componentes avaliados e a produtividade. Com este trabalho, pode-se concluir que a adubação com NPK aumentou a produtividade da cultura nos dois solos e na adubação com Zn não se obteve diferenças de produtividade, para a cultura do milho.

Termos para indexação: *Zea mays*, micronutrientes, adubação.

ABSTRACT

It's with the purpose of evaluating the production components and the corn crop productivity due fertilization with different doses of Zn (Zinc) and NPK (nitrogen, phosphorus and potassium), this research has been done over the municipalities of Palotina-PR, on Eutrophic Red-Yellow Argissol and Marechal Cândido Rondon - PR, on Red Eutroferic Latossol. The treatments were arranged on a factorial scheme 3x3 constituting three doses of fertilization NPK: no fertilization, once (30–100–50 kg ha⁻¹) and twice the fertilization recommended (60–200–100 kg ha⁻¹), based on the soil analysis. Another factor under studying was the Zn in different doses: 0,0; 5,0 and 10,0 mg dm⁻³. Such parcels were corresponded to 3,6 m width by 6 m length. It were sowed 4 spaced lines with 0,9 m, using as a useful parcel the 2 central lines discarding 1,5 m of edging. The plant population was about 6,5 seeds by linear meter. Considering the NPK fertilization it was gotten a considerably increase for the components of seeds number, 1000 seeds mass and the productivity, being the dose 60 – 200 – 100 kg ha⁻¹ the one that has given the best results on Red Eutroferic Latossol and on Eutrophic Red-Yellow Argissol that has given a considerably increase on the 1000 seeds and productivity. According to the fertilization with Zn, it has not given a considerably increase on both soils among the treatments for the evaluated components and productivity. With this word it can be concluded that the fertilization with NPK increased the crop productivity on both soils while the fertilization with Zn differences were not gotten over corn crop productivity.

Index terms: *Zea mays*, micronutrient, manuring.

(Recebido em 19 de julho de 2005 e aprovado em 4 de dezembro de 2006)

Com a necessidade de um aumento de produtividade agrícola no país, torna-se primordial o avanço científico nos estudos das necessidades nutricionais das diversas culturas, bem como a maneira como os nutrientes são disponibilizados para as plantas. O conhecimento das limitações nutricionais torna-se cada

¹Doutor, Professor – Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE-PR – Rua Pernambuco, 1777 – 85960-000 – Marechal Cândido Rondon, PR – affonso133@hotmail.com, nmarengoni@hotmail.com – Grupo de Estudos em Solos e Meio Ambiente (GESOMA).

²Mestrando – Centro de Ciências Agrárias/CCA – Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE-PR – Rua Pernambuco, 1777 – 85960-000 – Marechal Cândido Rondon, PR – trautmann_agronomo@hotmail.com – Grupo de Estudos em Solos e Meio Ambiente (GESOMA).

³Doutorando – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia/PPZ – Universidade Estadual de Maringá/UEM – Avenida Colombo, 5790, Bloco 11, Sala 06 – 87020-900 – Maringá, PR – ossoribeiro@yahoo.com.br, aleseur@gmail.com – Grupo de Estudos em Solos e Meio Ambiente (GESOMA).

vez mais um fator de relevada importância para a ciência e para a agricultura (BRADY, 1983).

O nitrogênio é absorvido pelas plantas, preferencialmente, nas formas de nitrato e amônia. O nitrato pode originar-se da mineralização da matéria orgânica que, contendo os aminoácidos nitrogenados, sofre transformações bioquímicas como a aminização, amonificação e nitrificação. Outra fonte de nitrato são os adubos contendo este sal. O amônio pode originar-se do adubo mineral, da passagem da amina para a nitrificação, ou através de simbiose em vegetais da família das leguminosas (TANAKA et al., 1997).

No caso da cultura do milho, o nitrogênio absorvido nas formas químicas acima citadas deve sofrer um processo de redução, conhecido como redução assimilatória do nitrato, para ser incorporada aos compostos orgânicos de carbono, tais como os diversos aminoácidos formadores de proteínas, enzimas e coenzimas. As enzimas, responsáveis pela síntese dos aminoácidos, são a sintetase da glutamina e a sintetase e desidrogenase do glutamato (MALAVOLTA, 1980).

Além da função na formação de proteínas, o nitrogênio é integrante da molécula de clorofila. Desta forma, plantas bem nutridas em nitrogênio apresentam crescimento vegetativo intenso e coloração verde-escura (TANAKA et al., 1997).

O fósforo está presente na fração sólida e na solução do solo. Sendo o solo uma mistura de matérias orgânicas e inorgânicas, o fósforo apresenta-se também em formas orgânicas e inorgânicas, tanto na fração sólida como na solução do solo. O fósforo da solução do solo (P-solução), mantém-se em equilíbrio com P da fase sólida (P-sólido). Portanto, propriedades do solo como o pH, teores de óxidos e outros fatores que afetam o equilíbrio P-sólido : P-solução, são de fundamental importância para a nutrição das plantas (GIANELO et al., 1995).

A cultura do milho absorve o fósforo da solução do solo, nas formas de íons $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} . O radical fosfato no interior da planta de milho pode estar como íon livre em solução, ligado a cátions metálicos, formando compostos solúveis ou complexos insolúveis e, na forma mais importante, ligado a radicais orgânicos (P orgânico). O fósforo é bastante móvel na planta podendo, se necessário, ser deslocado de tecidos mais velhos para tecidos mais jovens (GIANELO et al., 1995).

No caso do potássio, a disponibilidade de para a cultura do milho varia conforme tipo e quantidade de minerais primários e secundários presentes no solo, o tipo de ligação química entre o potássio e os outros elementos constituintes desses minerais. O potássio que está

adsorvido às cargas de superfície de argilominerais (ligações fracas, eletrostáticas), pode ser definido como potássio trocável (K-trocável), devido ao equilíbrio rápido que pode manter com o potássio da solução do solo (K-solução) (EMBRAPA, 2001).

O potássio na planta de milho tem alta mobilidade, tanto entre células individuais, como entre tecidos, e também alta mobilidade no transporte a longa distância, via xilema e floema. O potássio é o cátion mais abundante no citoplasma, também ocorrendo em alta concentração no cloroplasto, sendo necessário para neutralizar ânions orgânicos e inorgânicos e para estabilizar o pH da planta entre 7,0 e 8,0 que é a faixa ótima, para a maioria das reações enzimáticas (MALAVOLTA et al., 1997).

O termo disponibilidade utilizado em nutrição e fertilidade do solo, de uma forma simples, indica a fração do elemento no solo acessível às raízes das plantas. Estas absorvem o Zn da solução do solo, principalmente na forma iônica Zn^{2+} . À medida que esses íons são absorvidos, no caso do Zn por difusão, há um decréscimo na concentração do nutriente, na solução do solo, que tende a ser equilibrado através de diversos processos que incluem a liberação de íons do complexo de troca, solubilização de minerais cristalinos e decomposição de matéria orgânica. Por outro lado, após a adição de um nutriente, na forma de fertilizante, o aumento de concentração do íon na solução do solo tende a provocar reações, que levam a novo equilíbrio. Nesse caso, se não houver rápida absorção pelas plantas de milho, o equilíbrio é atingido através de reações de precipitação, adsorção e absorção por microorganismos (BORKERT & LANTMANN, 1988).

Os micronutrientes, entre eles o Zn, embora exigido em pequenas quantidades pelas plantas, são essenciais para completar seu ciclo, sendo que, quando fornecidas em quantidades inferiores às exigências, podem provocar uma diminuição na produtividade. O fornecimento de Zn às culturas pode ser feito diretamente no solo, na forma de adubos, através de adubação foliar ou por tratamento de sementes.

Conclui-se por Resultados experimentais que, aproximadamente, 98 a 99% do Zn da solução dos solos ocorre na forma de complexos orgânicos. Portanto, a atividade microbiana no solo, que resulta na produção de quantidade apreciável de compostos orgânicos solúveis, que podem complexar metais como cobre, deve favorecer a solubilidade destes micronutrientes (GIANELLO et al., 1995).

Em geral, as condições que favorecem a manifestação de deficiências de micronutrientes em solos são solos orgânicos, pH alto do solo e solos arenosos. As

quantidades a aplicar variam de acordo com o tipo de solo, necessidade da cultura, fonte de micronutriente, etc. Como orientação geral, pode-se adotar os seguintes valores, para aplicação no solo de Zn: 5 a 10 kg ha⁻¹ de ZnSO₄. No entanto, as recomendações de adubação com micro são em geral regionalizadas (GIANELLO et al., 1995).

Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar os componentes da produção e a produtividade da cultura do milho, em função da adubação com NPK e Zn, em dois solos de textura diferenciada.

Conduziram-se os experimentos no município de Marechal Cândido Rondon - PR, na Fazenda Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa da UNIOESTE, (Universidade Estadual do Oeste do Paraná), em uma área de solo Latossolo Vermelho Eutroférico, que apresenta textura argilosa (68,54 % de argila, 25,41 % silte e 6,05 % de areia), e no município de Palotina - PR, na linha La Salle, onde o solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, de textura arenosa (24,2 % de argila, 64 % de areia e 11,8 % de silte).

Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental de blocos casualizados e esquema fatorial 3x3, com quatro repetições, constituídos de três formas de adubação NPK (Nitrogênio, Fósforo, Potássio): sem adubação (testemunha); uma vez a recomendação de adubação (30 – 100 – 50 kg ha⁻¹), determinada através da análise química do solo, e duas vezes a recomendação de adubação (60 – 200 – 100 kg ha⁻¹). As doses de Zn utilizadas foram: 0,0; 5,0 e 10,0 mg dm⁻³, sendo os tratamentos aplicados no sulco de semeadura.

Utilizou-se cultivar de milho AGROESTE - 1544, híbrido simples de ciclo precoce. Cada bloco apresentava 6 m de largura, por 33 m de comprimento. As parcelas

corresponderam a 3,6 m de largura, por 6 m de comprimento. Semearam-se 4 linhas espaçadas 0,9 m, utilizando-se como parcela útil as 2 linhas centrais, descartando-se 1,5 m de bordadura. A população de plantas foi de 6,5 sementes, por metro linear. Para análise química coletou-se o solo, na profundidade de 0 – 20 cm (Tabelas 1 e 2), sendo estas realizadas segundo metodologias oficiais do IAPAR para Estado do Paraná (PAVAN, 1992).

As fontes de N, P, K e Zn, na base, foram: uréia, fosfato bicálcico, nitrato de potássio e sulfato de Zn. A semeadura do milho foi em sistema convencional, com 1 subsolagem e 2 gradagens, além de capinas manuais, para controle das plantas daninhas. Após o cultivar atingir o estágio de 6 folhas, realizou-se adubação nitrogenada em cobertura, sendo fonte de nitrogênio a uréia (45% N), com dose igual para todas as parcelas de 90 kg ha⁻¹ de N.

Quando o cultivar apresentou ponto de colheita coletaram-se 10 espigas, por parcela, sendo utilizadas para a determinação dos componentes de produção (peso médio do sabugo, peso médio de palha, número de grãos por espiga e massa de 1000 grãos). O restante da parcela útil foi coletada para a determinação de produtividade.

Submeteram-se resultados à análise de variância para verificar o efeito dos tratamentos em relação aos componentes de produção e produtividade da cultura. Após, realizou-se o teste de Tukey, considerando os níveis de 1 e 5 % de probabilidade.

Apresenta-se na Tabela 3, a análise de variância para as características peso médio de sabugo (PSAB), peso médio da palha (PPAL), número de grãos por espiga (NGRA), massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade (PROD), avaliadas nas espigas coletadas no final do ciclo da cultura do milho, cultivado no Latossolo Vermelho eutrófico.

TABELA 1 – Análise química do Latossolo Vermelho Eutroférico.

P	MO	pH	H + Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Al	Cu	Zn	Fe	Mn	
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹	cmol _c dm ⁻³								%	mg dm ⁻³				
4,70	23,69	5,16	3,18	0,0	0,15	4,99	2,56	7,89	14,10	62	0	8,1	2,8	37,1	132,0	

Extrator Mehlich-1.

TABELA 2 – Análise química do Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

P	MO	pH	H + Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Al	Cu	Zn	Fe	Mn	
µg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹	cmol _c dm ⁻³								%	mg dm ⁻³				
2,41	15,41	5,01	6,21	0,0	0,19	5,29	2,51	7,90	14,20	56	0	2,0	2,7	19,0	61,0	

Extrator Mehlich-1.

TABELA 3 – Desdobramento da análise de variância para os componentes de produção e produtividade em função das doses de NPK e Zn em Latossolo Vermelho eutroférico.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		PSAB	PPAL	NGRA	M1000	PROD
Bloco	3	10,858 NS	11,187 NS	976,525 NS	66,572 NS	610414,729 NS
Dose NPK	2	11,183 NS	11,164 NS	9873,499 **	8191,909**	9204209,010**
Dose Zn	2	7,295 NS	31,206 NS	215,773 NS	126,371 NS	280254,332 NS
NPK * Zn	4	9,911 NS	5,614 NS	98,341 NS	13,251 NS	485884,029 NS
Resíduo	24	12,273	9,997	426,333	143,290	326361,166
C.V. (%)		11,32	25,06	4,29	4,29	8,82
DMS		3,570	3,222	21,041	12,198	582,148

** , * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

NS - não significativo pelo teste de F.

Observa-se que a adubação NPK influenciou de forma significativa somente as características número de grãos por espiga, massa de 1000 grãos e produtividade. Já a adubação com Zn não apresentou diferença significativa, para os componentes de produção e produtividade.

Observa-se que, para o Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, a adubação com NPK influenciou de forma significativa na massa de 1000 grãos e na produtividade (Tabela 4). A adubação com Zn não influenciou nos componentes de produção e de produtividade.

Como observa-se na Tabela 5, ocorreu aumento significativo no número de grãos por espiga e na produtividade quando utilizou-se a dose recomendada e o dobro da recomendação de NPK para Latossolo Vermelho eutroférico, diferindo-se da testemunha, porém sendo, estatisticamente, iguais às duas doses empregadas. O peso de 1000 grãos aumentou, significativamente, à medida em que aumentavam-se as doses de NPK, o que se explica devido ao aumento, nutricional, sendo a dose 60 – 200 – 100 kg ha⁻¹ superior, estatisticamente.

No Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, a adubação com NPK proporcionou aumento no peso de 1000 grãos e na produtividade à medida que se aumentou a adubação sendo a dose 60 – 200 – 100 kg ha⁻¹ superior, estatisticamente (Tabela 6).

Com relação à adubação com Zn, não se observou diferença estatística para os componentes de produção e a produtividade, tanto para o Latossolo Vermelho Eutroférico como para o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (Tabelas 7 e 8). Estes resultados podem ser atribuídos aos teores adequados no solo, para a cultura do milho.

Para Galvão (1994) a resposta da cultura do milho à aplicação de Zn, via foliar, nem sempre é positiva, sendo que, muitas vezes é necessária a aplicação do referido elemento via solo. O referido autor efetuou um estudo com diferentes formas de aplicação de sulfato de Zn, na cultura do milho, e observou que, para uma mesma dose (1,2 kg ha⁻¹), a produtividade de grãos foi maior quando se aplicou Zn, a lanço (7.365 kg ha⁻¹) do que no sulco de semeadura (5.598 kg ha⁻¹).

A forma de adubação pode ser outro fator que explica a não ocorrência de diferenças significativas, tanto para os componentes de produção como para a produtividade, quando se realizou a adubação com Zn, no sulco de semeadura, pois os valores obtidos de produtividade em ambos os solos foram inferiores aos obtidos por Galvão (1994), na aplicação de Zn, a lanço. Na verdade, os níveis de Zn, presentes nos solos, já seriam suficientes para suprir as necessidades devido ao fato de que estes teores iniciais já estarem acima do nível adequado (Tabelas 1 e 2).

No entanto, Souza et al. (1998), ao avaliarem a resposta da cultura do milho à adição de doses crescentes de Zn, no sulco de semeadura, observaram que a adição de Zn promoveu incrementos significativos na produção de grãos, porém não verificaram vantagens em aplicar doses superiores a 2,5 mg dm⁻³ de Zn, destacando que, no referido trabalho, aplicaram doses até 10 mg dm⁻³, não verificando queda na produtividade. Tal resultado pode explicar o fato de que a aplicação das doses 5 e 10 mg dm⁻³ de Zn, realizadas neste trabalho, não proporcionaram diferença estatística, pois nos dois solos estudados os teores iniciais de Zn eram superiores a 2,5 mg dm⁻³.

TABELA 4 – Desdobramento da análise de variância, para os componentes de produção e produtividade, em função das doses de NPK e Zn, em Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		PSAB	PPAL	NGRA	M1000	PROD
Bloco	3	12,187 NS	17,341 NS	226,367 NS	42,033 NS	106887,654 NS
Dose NPK	2	16,668 NS	1,241 NS	5779,441 NS	2197,433**	1618008,013**
Dose Zn	2	8,271 NS	1,455 NS	3915,534 NS	195,584 NS	177069,450 NS
NPK * Zn	4	12,531 NS	5,508 NS	1602,573 NS	108,755NS	38729,692 NS
Resíduo	24	6,177	9,691	2175,090	99,346	64420,163
C.V. (%)		8,18	26,56	9,14	3,98	4,25
DMS		2,533	3,172	47,525	10,157	258,640

** , * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

NS não significativo pelo teste de F.

TABELA 5 – Componentes da produção e produtividade do milho, em função das doses de NPK aplicadas ao Latossolo Vermelho eutrófico.

N – P ₂ O ₅ – K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Peso Médio de Sabugo	Peso Médio de Palha	Número de Grãos/Espiga	Peso de 1000 Grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0 – 0 – 0	30,347 A	11,661 A	449,221 B	253,061 C	5508,157 B
30 – 100 – 50	30,413 A	12,701 A	491,055 A	280,125 B	6700,323 A
60 – 200 – 100	32,098 A	13,534 A	504,135 A	305,305 A	7215,593 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

TABELA 6 – Componentes da produção e da produtividade do milho, em função das doses de NPK, aplicadas ao Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

N – P ₂ O ₅ – K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Peso Médio de Sabugo	Peso Médio de Palha	Número de Grãos/Espiga	Peso de 1000 Grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0 – 0 – 0	29,283 A	11,483 A	488,917 A	237,188 C	5587,693 C
30 – 100 – 50	30,227 A	11,590 A	508,888 A	249,844 B	5994,002 B
60 – 200 – 100	31,625 A	12,086 A	532,751 A	264,233 A	6320,647 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

TABELA 7 – Componentes da produção e produtividade do milho em função da adubação com Zn, aplicadas ao Latossolo Vermelho Eutrófico.

Zn	Peso Médio de Sabugo	Peso Médio de Palha	Número de Grãos/Espiga	Peso de 1000 Grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0	31,515 A	13,709 A	476,583 A	277,459 A	6650,133 A
5	31,280 A	10,763 A	483,663 A	277,793 A	6370,546 A
10	30,063 A	13,373 A	484,166 A	283,239 A	6403,395 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

TABELA 8 – Componentes da produção e produtividade do milho em função da adubação com Zn, aplicadas ao Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

Zn	Peso Médio de Sabugo	Peso Médio de Palha	Número de Grãos/Espiga	Peso de 1000 Grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0	30,107 A	11,650 A	518,362 A	247,271 A	5837,368 A
5	29,718 A	11,412 A	489,389 A	249,093 A	5987,040 A
10	31,310 A	12,078 A	522,805 A	245,956 A	6077,933 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A adubação com NPK apresentou resposta positiva, aumentando os componentes como o número de grãos por espiga, peso de 1000 grãos e a produtividade no Latossolo Vermelho eutrófico. A dosagem recomendada foi adequada, não havendo diferença significativa com o uso do dobro da recomendação.

No Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, obteve-se resultados positivos na adubação com NPK, para os componentes, como peso de 1000 grãos e produtividade.

Não houve resposta à aplicação de Zn, para nenhum dos componentes de produção e da produtividade, tanto no Latossolo Vermelho eutrófico, como no Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F. **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: Embrapa; IAPAR; SBCS, 1988. 317 p.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1983. 506 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja**. Londrina, 2001. 281 p.
- GALRÃO, E. Z. Métodos de correção da deficiência de Zn para um cultivo de milho num Latossolo Vermelho-escuro argiloso sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 229-233, 1994.
- GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J. **Princípios de fertilidade do solo**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 276 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.
- PAVAN, M. A. et al. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 40 p.
- SOUZA, E. C. A. et al. Resposta do milho a adubação com fósforo e Zn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 7, p. 1031-1036, 1998.
- TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BORKERT, C. M. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1997. p. 109-110.