

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**FONTES DE ZINCO E POPULAÇÕES DE PLANTAS NA
PRODUÇÃO DE MILHO-DOCE**

ANA CLAUDIA TOMAZ DA SILVA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2002**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**FONTES DE ZINCO E POPULAÇÕES DE PLANTAS NA
PRODUÇÃO DE MILHO-DOCE**

ANA CLAUDIA TOMAZ DA SILVA
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Agronomia, área de
concentração: Produção Vegetal.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2002

Fontes de zinco e populações de plantas na produção de milho-doce

por

Ana Claudia Tomaz da Silva

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovado em:

Prof. Dr. Néstor A. Heredia Zárate
Orientador – UFMS

Prof^a Dr^a Maria do Carmo Vieira
Co-orientadora - UFMS

Prof^a Dr^a Marlene Estevão Marchetti
Co-orientadora – UFMS

Prof. Dr. Antonio Henrique Garcia
UFG

BIOGRAFIA

ANA CLAUDIA TOMAZ DA SILVA, filha de Erso Tomaz da Silva e Aparecida Scrócaro da Silva, nasceu em 15 de outubro de 1967, em Fatima do Sul, Mato Grosso do Sul.

Em março de 1987, iniciou o Curso de Agronomia, na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Dourados-MS, diplomando-se em setembro de 1992.

Foi Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, no período de 1888 à 1991.

Em março de 2000, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia (área de concentração em Produção Vegetal), na Universidade Federal de Mato grosso do Sul, em Dourados-MS.

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO.....	
1. INTRODUÇÃO.....	
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	
2.1.Local.....	
2.2.Fatores em estudo.....	
2.3.Condução do experimento.....	
2.4.Características e métodos de avaliação dos caracteres.....	
2.4.1.Altura de plantas.....	
2.4.2.Espessura do colmo.....	
2.4.3.Altura de inserção da espiga.....	
2.4.4.Número e massa das espigas sem folhas.....	
2.4.5.Diâmetro e comprimento das espigas.....	
2.4.6.Teores de zinco nas folhas e nos grãos.....	
2.4.7.Análises estatísticas.....	
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Precipitações e temperaturas máximas e mínimas. Médias por quinquídios, no período de agosto a dezembro. UFMS, Dourados-MS, 1999.....
- FIGURA 2. Altura de plantas do milho-doce em função de fontes de zinco (A) e populações (B). UFMS, Dourados-MS, 1999.....
- FIGURA 3. Diâmetro do colmo de plantas de milho-doce em função de fontes de zinco (A) e populações (B). UFMS, Dourados-MS, 1999.....
- FIGURA 4. Comprimento (A) e diâmetro (B) de espigas de plantas de milho-doce em função de fontes de zinco. UFMS, Dourados MS, 1999.....
- FIGURA 5. Comprimento (A) e diâmetro (B) de espigas de milho-doce em função de população de plantas. UFMS, Dourados- MS, 1999.....
- FIGURA 6. Teores de Zn em espigas de milho-doce em função de fontes de Zn (A) e populações (B) de plantas. UFMS, Dourados-MS, 1999.....

FIGURA 7. Altura de inserção da espiga de planta de milho-doce em função de fontes de Zn (A) e populações de plantas (B). UFMS, Dourados-MS, 1999... ..

FIGURA 8. Número de espigas do milho-doce, por planta e por área, em função de fontes de Zn. UFMS, Dourados-MS,. 1999.....

FIGURA 9. Massa fresca de espigas do milho-doce, por planta e por área, em função de fontes de Zn. Função de fontes de Zn. UFMS, Dourados-MS, 1999.....

FIGURA 10. Número de espigas do milho-doce por planta e por área, em função de populações de plantas. UFMS, Dourados-MS, 1999.....

FIGURA 11. Massa fresca de espigas do milho-doce, por planta (A) e por área (B), em função de populações de plantas. UFMS, Dourados-MS, 1999.

RESUMO

SILVA, ANA CLAUDIA TOMAZ, M.Sc., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, fevereiro de 2002. Fontes de zinco e populações de plantas na produção de milho-doce. Professor orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate. Professores Co-Orientadores: Marlene Estevão Marchetti e Maria do Carmo Vieira.

O trabalho foi conduzido na horta do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Dourados (MS), em solo tipo Latossolo Vermelho distroférico, textura argilosa e topografia plana. O objetivo foi estudar o efeito de fontes de zinco (ZincoSolo, SoluZinco e Zincodur) e populações de plantas (30.000; 40.000 e 50.000 pl ha⁻¹) sobre a produção do milho híbrido Superdoce. O experimento foi arranjado como fatorial 3x3, no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Aos 70 dias após a emergência, em dez plantas por parcela, foram coletados dados de altura de planta, espessura do colmo, inserção da primeira espiga, além de ser retirada a folha imediatamente abaixo da espiga para determinação dos teores de zinco. Aos 90 dias após a emergência, foi realizada a colheita das espigas. Posteriormente, foi realizada a desfolha das espigas e a determinação da massa, diâmetro e comprimento, assim como a retirada de 100g de grãos para análise dos teores de zinco. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a interação fontes de Zn e populações. A altura das plantas (1,69 m), a espessura do colmo (2,07 m), o comprimento (0,19 m) e o diâmetro (0,046 m) das espigas e os teores de Zn nas folhas (25,79 mg kg⁻¹) e nos grãos (19,56 mg kg⁻¹) não foram influenciados significativamente pelas fontes de Zn ou pelas populações. A altura

de inserção das espigas (0,63m), o número de espigas por planta (1,27) e por área (51.940,67 ha⁻¹) e as massas frescas de espigas por planta (244,08 g) e por área (10.069,33 kg ha⁻¹) não foram influenciadas pelas fontes de Zn, mas sim pelas populações. A altura de inserção das espigas e o número de espigas por planta aumentaram linearmente com o aumento das populações de plantas. O número máximo de espigas por planta (1,42) foi alcançado com população de 46.428 plantas ha⁻¹ e a produtividade máxima de massa fresca por planta (279,33 g) foi com 46.558 plantas ha⁻¹.

1.INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é originário da América, provavelmente, da região onde hoje situa-se o México. A enorme quantidade de variedades intra-raciais e de genes identificados tornou o milho a espécie botânica de maior diversidade genética conhecida na natureza e praticamente toda ela é fruto da seleção que, ao longo das gerações, foi promovendo o rearranjo progressivo do material genético (Paterniani, 1993). O Brasil é o terceiro maior produtor de milho ao nível internacional, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e a China, com produtividade ao redor de 2.300 kg ha⁻¹. O Estado de Mato Grosso do Sul, ao nível nacional, ocupa a décima primeira colocação em área cultivada (535.013 ha), a sétima em produção (1.820.114 t) e a quarta em produtividade (4.500 kg ha⁻¹) (Milho, 2001).

Em função do seu potencial produtivo, composição química, valor nutritivo e multiplicidade na forma de aplicações, tanto na alimentação humana como na animal, o milho constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no planeta (Fancelli & Dourado Neto, 1996; Teixeira, 1998). A maioria dos grãos verdes, enlatados ou em espigas, comercializados no Brasil para consumo humano, são do milho comum, mais utilizado como cereal, e não do milho-doce, especificamente utilizado como hortaliça, destinado principalmente ao consumo natural, na forma de espigas cozidas, assadas ou na indústria de conserva (Filgueira, 2000). O milho-doce, em relação ao comum, apresenta, na

matéria seca, respectivamente, 34,7% e 68,7% de amido e 38,8% e 0,0% de proteínas solúveis em água (WSP - water solvent protein). Quanto à composição do amido, têm 32,6% e 25,0% de amilose e 67,4% e 75,0% de amilopectina, respectivamente (Fornasier Filho, 1992).

O grão do milho-doce possui o caráter doce devido à presença de genes mutantes, dentre eles sugary, brittle e shrunken que, quando presentes, isoladamente ou em conjunto, acarretam mudanças no metabolismo vegetal, resultando no bloqueio da conversão de açúcares em amido, no endosperma (Gama *et al.*, 1992; Fornasier Filho, 1992; Scapin *et al.*, 1995). O gene sugary é dentre todos, o único capaz de induzir no grão o acúmulo do polissacarídeo WSP, em altas concentrações, além de aumentar os teores de açúcares simples, conferindo-lhe propriedades texturais desejáveis ao enlatamento e ao consumo ao natural. Porém, esse gene induz no grão decréscimo do teor de amido, dando-lhe aspecto vítreo, quando seco, em consequência da cristalização dos açúcares (Tosello, 1978).

Para efeito prático, Gama *et al.* (1992) citam que o material genético do milho-doce pode ser dividido em dois grupos: Superdoce, contendo o gene brittle e o Doce, contendo o gene sugary. O Instituto Agronômico de Campinas, ao lançar no mercado o milho doce “Nutrimaiz” contendo no seu genoma o gene mutante sugary associado ao gene opaco, procurou melhorar a qualidade protéica do milho-doce consumido na forma de grão verde. Atualmente, algumas empresas governamentais e privadas vêm desenvolvendo programas de melhoramento para a produção de cultivares de milho-doce (Scapin *et al.*, 1995) com endosperma de reduzida conversão de amido em açúcar (Gama *et al.*, 1992; Fornasier Filho, 1992).

A planta do milho-doce é considerada rústica, por possuir a capacidade de adaptação a grandes amplitudes térmicas (12,8 a 27,0°C) podendo seu cultivo estender-se ao longo de todo o ano. Por ser planta C₄, responde bem a ambientes com alta luminosidade e temperatura média de 19,5°C (Wolfe *et al.*, 1997). A cultura tem como fator limitante, além da temperatura, a disponibilidade de água, que deverá ser, no mínimo, de 210 mm durante o período de cultivo. A irrigação é

indispensável, principalmente no outono-inverno, sendo a exigência hídrica maior nos estágios de formação de espigas e de enchimento dos grãos (Filgueira, 2000).

A exploração do milho-doce pode constituir-se em alternativa econômica tanto para os hortigrangeiros dos cinturões verdes, que produzem milho para consumo ao natural, como para aqueles de locais mais distantes, com produção de milho destinado ao processamento na indústria (Amorim *et al.*, 1999), durante, praticamente, todos os meses do ano, seja como cultura única ou como rotação de culturas (Wolfe *et al.*, 1997). As cultivares Superdoce normalmente são mais precoces, com ciclo de 80 a 90 dias, em média, e produzem entre 12.000 a 17.500 kg ha⁻¹ de espigas verdes, enquanto que as de caráter Doce têm ciclo de 97 a 110 dias e produzem de 13.000 a 17.500 kg ha⁻¹ (Gama & Parentoni, 1992).

Os maiores produtores de milho-doce são o meio norte dos Estados Unidos e o Sul do Canadá. No Brasil, a produção está concentrada nos Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Pernambuco. Novas cultivares e híbridos simples, mais adaptados às condições brasileiras, foram lançadas pela Embrapa, com a produtividade média de 12 t ha⁻¹ de espigas verdes. Esse fator tem contribuído para que a cultura tenha se expandido em diversas regiões do Centro-Sul, Sul e Centro-Oeste do País, tornando-se mais uma alternativa de cultivo para as regiões de cerrado (Rocha *et al.*, 1991).

Várias características são desejadas quando o milho-doce destina-se à industrialização, dentre elas a uniformidade na altura das plantas e da espiga, do diâmetro do sabugo e do tamanho da espiga, além da alta produção de grãos por espiga (Tosello, 1978). Para a cultura do milho-verde, onde o objetivo é a produção de espigas de tamanho comercial desejada, a densidade de plantas é muito importante (Coelho & Parentoni, 1988). Essas densidades podem ser conseguidas com a semeadura em sulcos, com profundidade de 0,06 a 0,08 m, utilizando espaçamento de 0,90 a 1,00 m entre fileiras e de 0,20 a 0,30 m entre plantas, perfazendo população entre 33.500 a 55.000 plantas ha⁻¹ (Rocha *et al.*, 1991).

As necessidades nutricionais do milho variam em função da produção obtida, que dependem de fatores como cultivar, nível de disponibilidade de

nutrientes, manejo da cultura e condições climáticas. A quantidade de nutrientes exportados pelas plantas de milho estão na dependência do fim a que se destina a cultura. No caso de visar unicamente à produção de grãos, a exportação de nutrientes será menor do que quando se destinar à silagem, em razão de que no primeiro caso há reposição dos nutrientes extraídos através dos resíduos remanescentes da colheita (Büll, 1993).

Com relação à nutrição e adubação do milho-doce, embora autores como Fornasieri Filho (1992) e Gama *et al.* (1992), dentre outros, sugiram doses e épocas de aplicação de fertilizantes, na literatura científica encontram-se poucas informações que possam validar tais recomendações. Em consequência disso, verifica-se que quando se objetiva a produção comercial do milho-doce, em estado de grão leitoso, são utilizadas recomendações indicadas para a produção do milho verde ou para a produção de grãos secos (Ferreira *et al.*, 1993). Para o cultivo do milho-doce, em solos de baixa fertilidade, principalmente nos de cerrado, Pitta *et al.* (1992) sugerem que o pH esteja na faixa entre 6,0 e 7,0, alegando que isso favorece o aumento da disponibilidade de nutrientes da solução do solo às plantas e a redução da toxicidade de alumínio.

Problemas com micronutrientes, destacando-se o zinco, têm surgido em decorrência do esgotamento gradativo de alguns solos em áreas de cultivo tradicional do milho, onde não tenha sido feita a reposição desse micronutriente e também em face da incorporação no processo produtivo de áreas de fertilidade marginal (Souza *et al.*, 1998). Em solo de cerrado, a omissão do zinco na cultura do milho-doce resultou em decréscimo de produção, de 9,3 para 5,3 t ha⁻¹, em média (Freitas *et al.*, 1972). Souza *et al.* (1998) relatam que a adição de zinco promoveu incrementos significativos nas concentrações desse micronutriente nas folhas e na produção de grãos de milho (812,4 kg ha⁻¹ a mais em relação à testemunha) e que não houve vantagens em empregar doses superiores a 5,0 kg ha⁻¹ de Zn.

As fontes mais comuns usadas no suprimento de Zn são óxidos, sulfatos e fritas (FTE), nas suas várias formulações. Entretanto, não se tem conhecimento da eficiência relativa delas na cultura do milho-doce. Ainda assim, recomenda-se,

para o milho-doce, além da adubação básica com NPK no semeio, a adição de 2,0 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco (Fornasieri Filho *et al.*,1992; Embrapa, 1997). Galvão (1994) observou em LE fase cerrado, que a dose de 1,2 kg ha⁻¹ de zinco, na forma de óxido, incorporado aos grânulos do formulado NPK e aplicado a lanço proporcionou rendimento de 1.467 kg ha⁻¹ de grãos a mais em relação à testemunha. Galvão & Lopes (1980) observaram que a produção de três genótipos de milho aumentou consideravelmente até a dose de 3,0 kg ha⁻¹ de Zn. Eicher & Nunes (1988), trabalhando com zinco em solos sob cerrado, observou que a curva de resposta do milho à aplicação desse micronutriente apresentou máximo de produção de grãos (4.200 kg ha⁻¹) para adição de 5,0 kg ha⁻¹ de Zn na forma de Suprimins Zn.

Para o Brasil, especialmente para as condições de Mato Grosso do Sul, não foram encontradas informações sobre a densidade populacional e o uso de micronutrientes em milho-doce. Logo, as recomendações têm sido baseadas em informações disponíveis para o milho comum. Por essa razão, o presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito de três fontes de zinco, adicionadas ao solo juntamente com o formulado NPK, e três populações de plantas sobre algumas características das plantas e sobre a produtividade do milho híbrido Superdoce.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local

O experimento foi conduzido à campo, entre 25 de agosto e 23 de dezembro de 1999, na horta do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias – NCA, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, no município de Dourados – MS, situado entre as coordenadas geográficas de 22° 13' 16" de latitude Sul e 54° 48' 2" de longitude Oeste. A altitude da região é de 452 m e o clima regional é classificado pelo sistema internacional de Köppen como Mesotérmico Úmido (Mato Grosso do Sul, 1990) A precipitação e temperatura média anual são de 1500 mm e 22°C, respectivamente, enquanto as que ocorreram no período de estudo encontram-se na Figura 1.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 1999), de textura argilosa e de topografia plana. Os resultados das análises químicas das amostras do solo foram: pH em CaCl₂ = 5,4; M.O. = 28,4 dm⁻³; V% = 44; P = 7,3 mg dm⁻³; teores de K, Ca, Mg e Al = 3,2; 31,6; 20,4 e 3,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente (Laboratório de Solos do NCA-UFMS) e de Zn = 2,5 mg dm⁻³ (Laboratório de Solos da Embrapa-CPAO, Dourados-MS).

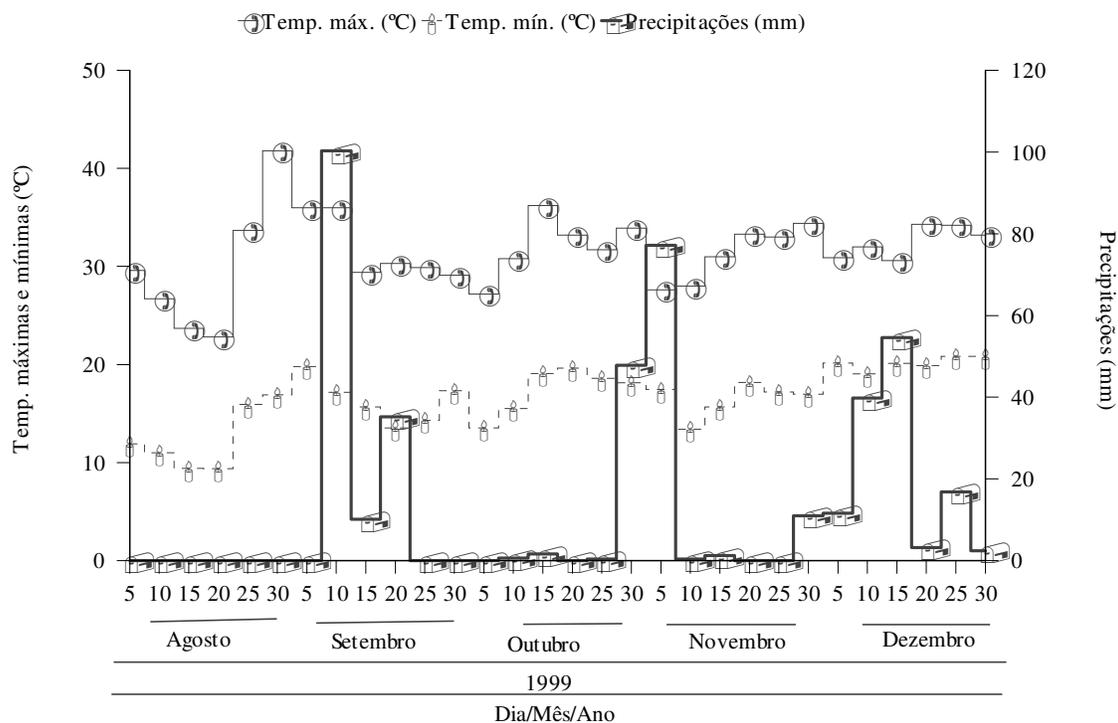


Figura 1 – Precipitações e temperaturas máximas e mínimas. Médias por quinquídios, no período de agosto a dezembro de 1999. UFMS, Dourados-MS, 1999.

2.2. Fatores em estudo

Foram estudados os adubos Zincosolo (19,8% e 4,0% de Zn e de solubilidade em água, respectivamente), Soluzinco (25,3% e 16,5%) e Zincodur (27,6% e 15,8%), sendo o primeiro um óxido e os outros óxi-sulfatos, na dose correspondente a $4,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de Zn e as populações de 30.000, 40.000 e 50.000 plantas ha^{-1} , arranjados como fatorial 3×3 , no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi formada por dois canteiros, com duas linhas de plantas cada, comprimento de 4,5 m e as linhas espaçadas de 0,75 m. Entre cada parcela, dentro de cada bloco, deixou-se uma área de 0,50 m, para evitar que durante o preparo houvesse mistura dos solos.

2.3. Condução do experimento

O solo foi preparado com uma gradagem leve e levantamento dos canteiros com três passagens do rotoencanteirador. Antes da segunda passagem, foi distribuído a lanço calcário calcítico (PRNT, com 90 % de Ca), na área total, em dose correspondente a 1,0 t ha⁻¹. Após 20 dias, antes da terceira passagem do rotoencanteirador, foi distribuído o adubo composto NPK (350 kg ha⁻¹ de 7-20-20, tendo como fontes: N = sulfato de amônio + MAP; P = superfosfato simples; K = cloreto de potássio), na área total de cada parcela, e as fontes de Zn previstas, nas áreas das parcelas correspondentes. A semeadura foi realizada de forma manual, em 16 de setembro de 1999, em covas de aproximadamente 0,10 m de largura x 0,10 m de comprimento, colocando-se três sementes por cova e enterrando-as a 0,02 m de profundidade. Vinte e cinco dias após a emergência fez-se o desbaste, deixando-se uma planta por cova.

As irrigações foram feitas por aspersão, com regas diárias até os quinze dias após a semeadura e, posteriormente, duas vezes por semana, de modo a manter o solo com aproximadamente 70% da capacidade de campo. Quando as plantas estavam no 2º (4 a 6 folhas) e 4º estágio (10 folhas), foram feitas as adubações nitrogenadas em cobertura, utilizando-se como fonte a uréia, na dose de 20 kg ha⁻¹. Durante o ciclo da cultura, foram feitas três capinas manuais. Houve infestação de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e para o controle foi usado Chlorpyrifós.

Aos setenta dias após a emergência (5º estágio), em dez plantas por parcela, escolhidas aleatoriamente, foram coletados os dados de altura da planta, diâmetro do colmo e inserção da primeira espiga. Também, de cada planta, foi retirada a folha imediatamente abaixo da espiga para determinação dos teores de Zn. Aos noventa dias após a emergência, foi realizada a colheita das espigas das plantas localizadas nas duas fileiras centrais de cada parcela, quando as espigas apresentavam os estilos-estigmas secos e as pontas das brácteas flexíveis ao

tato, o que coincidiu com o estágio intermediário do grão leitoso (6º estágio) para o pastoso (7º estágio).

2.4. Características e métodos de avaliação

2.4.1. Altura de plantas

A altura das plantas foi medida com auxílio de uma régua graduada em centímetros, colocada desde o nível do solo até a inflexão da folha bandeira.

2.4.2. Diâmetro do colmo

O diâmetro dos colmos foi determinado logo abaixo da inserção da primeira espiga, com auxílio de um paquímetro graduado em centímetros.

2.4.3. Altura da inserção da primeira espiga

A altura da inserção da primeira espiga foi medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, colocada desde o nível do solo até o ponto de inserção da espiga no colmo.

2.4.4. Diâmetro e comprimento das espigas

Das espigas colhidas, foi realizada a desfolha de vinte espigas por parcela, escolhidas aleatoriamente, e com auxílio de um paquímetro graduado em centímetros determinou-se o diâmetro na parte mediana de cada espiga. Também foi medido o comprimento das espigas, com uma régua graduada em centímetros.

2.4.5. Índice e massa de espigas despalhadas

Para determinar o índice de espigas, dividiu-se o número total de espigas colhidas pelo número de plantas contidas nas duas fileiras centrais de cada

parcela e, assim, obteve-se o número médio de espigas por planta ou índice de espigas. Para obtenção da massa média de espigas por planta, foram divididas as massas totais das espigas despalhadas, pesadas em uma balança com precisão de 0,1 g, pelos números de espigas colhidas em cada parcela.

2.4.6. Teores de zinco nas folhas e nos grãos

As folhas coletadas aos 70 dias após a emergência foram lavadas com água destilada e colocadas no laboratório de Pós-colheita, à temperatura ambiente, por dois dias, para que houvesse perda da umidade inicial. Posteriormente, foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e levados à estufa, com circulação de ar forçada a $65^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, até apresentar massa constante. Depois, os materiais vegetais secos foram moídos e utilizados na determinação dos teores de Zn, após a digestão por via úmida, com ácido sulfúrico, e espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta *et al.*, 1997).

Para a determinação dos teores de Zn nos grãos, foram retiradas amostras de 100 g de grãos por parcela, após o procedimento de determinação da massa dos mesmos. Os grãos foram acondicionados em sacos de papel previamente identificados e então seguiu-se a mesma metodologia empregada para as folhas.

2.4.7. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando verificou-se significância pelo teste F compararam-se as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidades. Os dados obtidos em função da população foram submetidos à análise de regressão com o emprego de polinômios ortogonais. A significância dos modelos foi testada pelo teste F e os coeficientes de regressão dos modelos selecionados, pelo teste de t (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma característica avaliada foi influenciada significativamente pela interação fontes de Zn e populações de plantas. A altura média das plantas, o diâmetro do colmo, o comprimento e o diâmetro das espigas e os teores de zinco nas folhas e nos grãos não foram influenciados significativamente pelas fontes nem pelas populações. Esses resultados ratificam o exposto por Larcher (2000) sobre os sistemas ecológicos serem capazes de se auto-regular com base no equilíbrio das relações de interferência e na grande capacidade de adaptação às condições de competição do organismo individual e das populações.

A altura média das plantas do milho híbrido Superdoce foi de 1,69 m (Figura 2), embora seja citado por Dow Agrosiences (s.d.) com altura de plantas de 2,50 m. O resultado alcançado situou-se dentro da faixa de 1,66 a 2,00 m, citada por Barbosa (1983) e por Gama *et al.* (1992), para milhos de porte baixo, com tolerância a altas densidades de plantas e colheita mecanizada.

A falta de efeito significativo dos tratamentos sobre o diâmetro dos colmos (2,07 cm) e sobre os comprimentos (19,00 cm) e os diâmetros (4,60 cm) das espigas (Figuras 3, 4 e 5 respectivamente) indica que a dose de Zn utilizada foi suficiente para o crescimento das plantas de milho e para compensar prováveis diferenças de solubilidade entre as fontes de Zn. Isso porque, algumas fontes de Zn podem tornar-se mais solúveis ao se combinarem com formulados de NPK, que têm efeito acidificante do solo, na zona do grânulo (Young, 1969; Kondörfer *et al.*, 1995). Galrão & Mesquita Filho (1981) e Holden & Brown (1965), trabalhando com milho em condições de casa de vegetação, também não observaram

influências significativas de fontes de zinco (Sulfatos e óxidos) sobre as características das espigas.

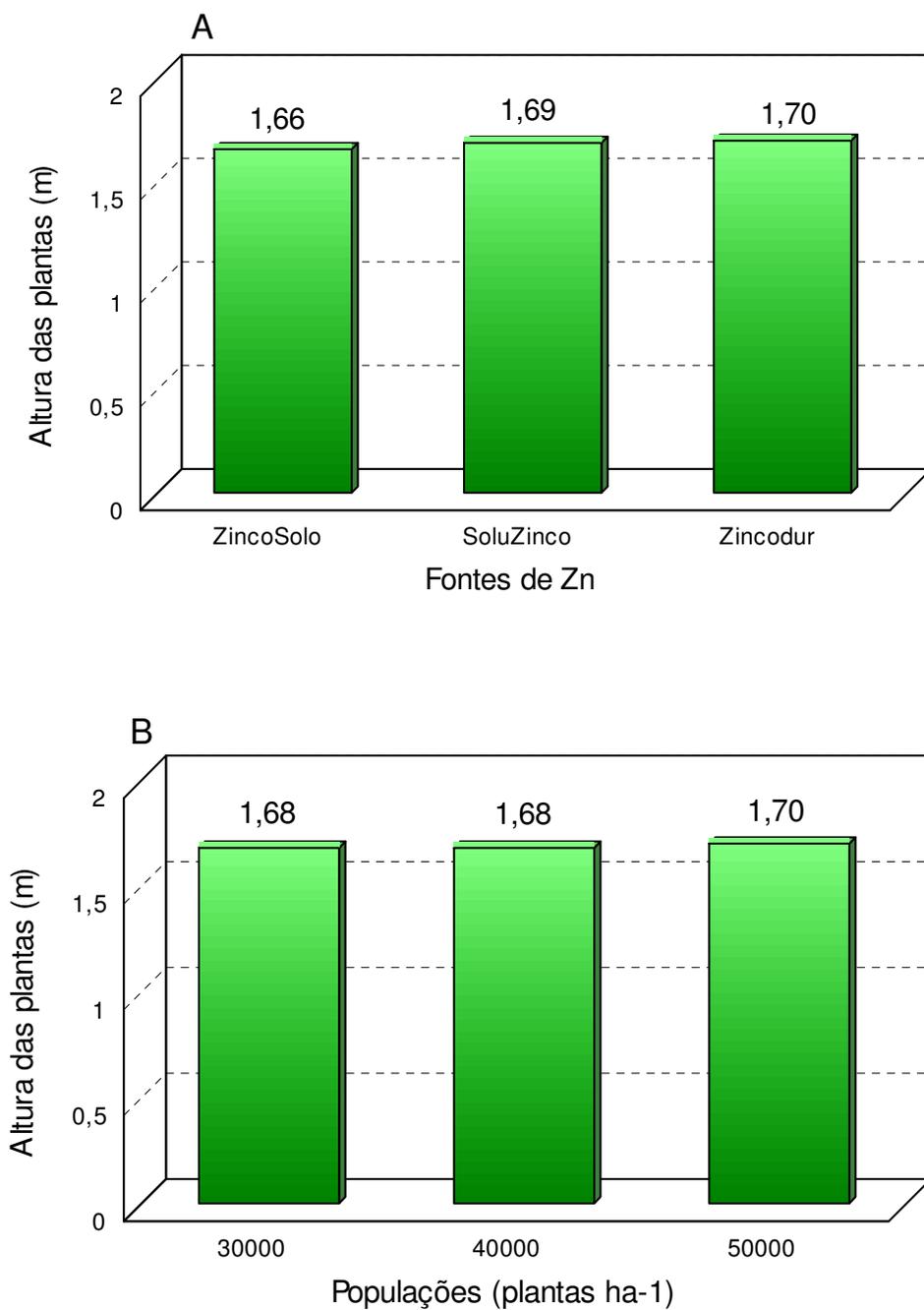


FIGURA 2 – Altura de plantas do milho-doce em função de fontes de zinco (A) e populações de plantas (B). C.V. (%)=2,65. UFMS, Dourados-MS, 1999.

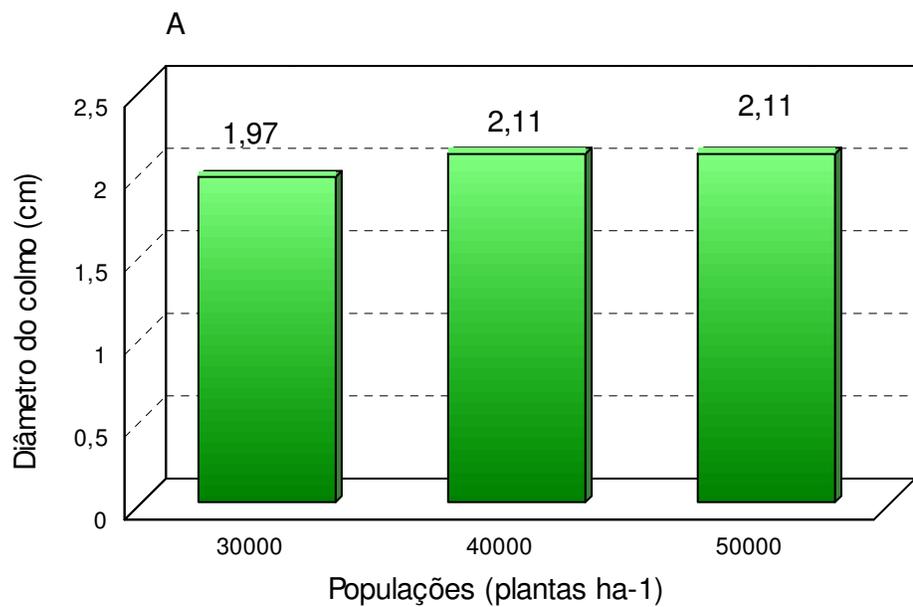
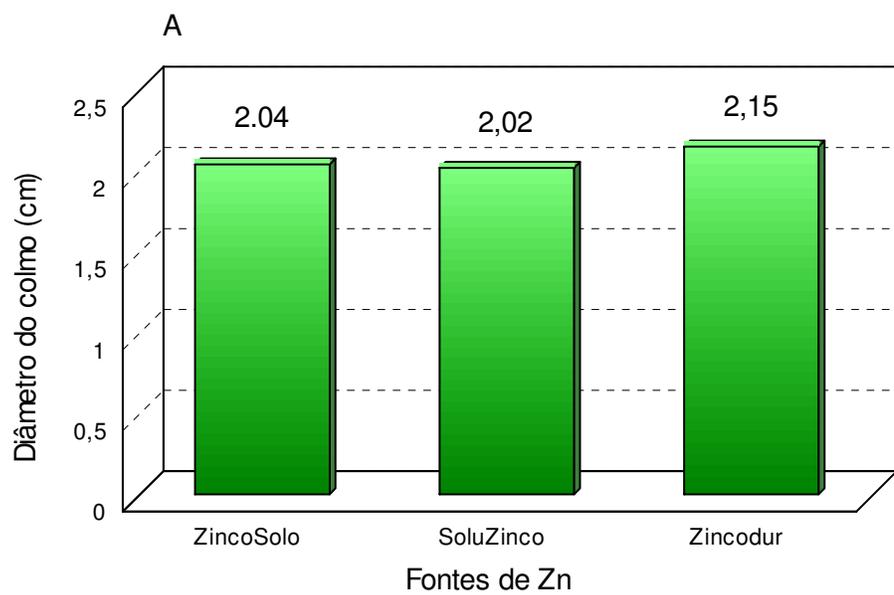


FIGURA 3 – Diâmetro do colmo de plantas do milho-doce em função de fontes de fontes de zinco (A) e populações de plantas (B). C.V.(%)=3.58. UFMS, Dourados-MS, 1999.

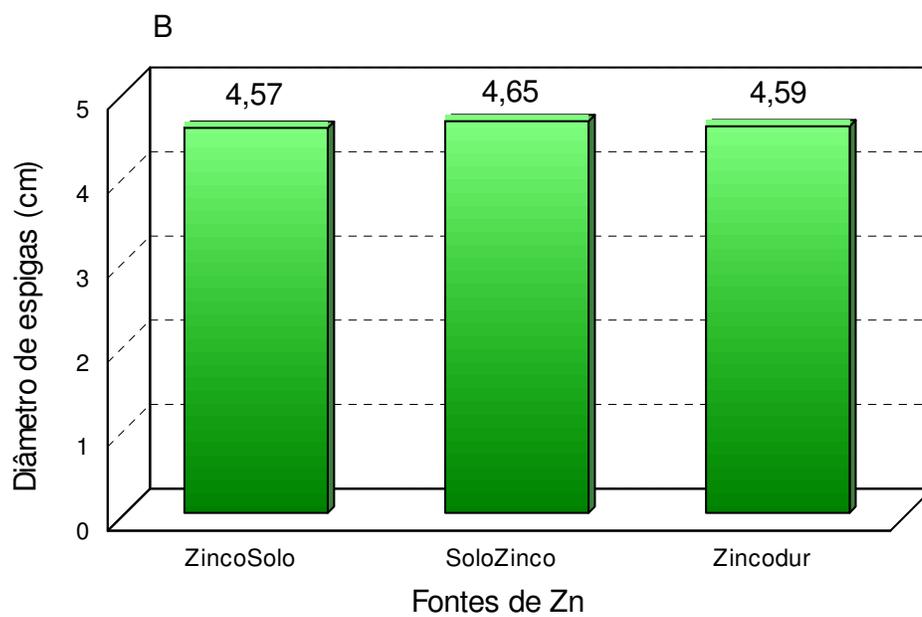
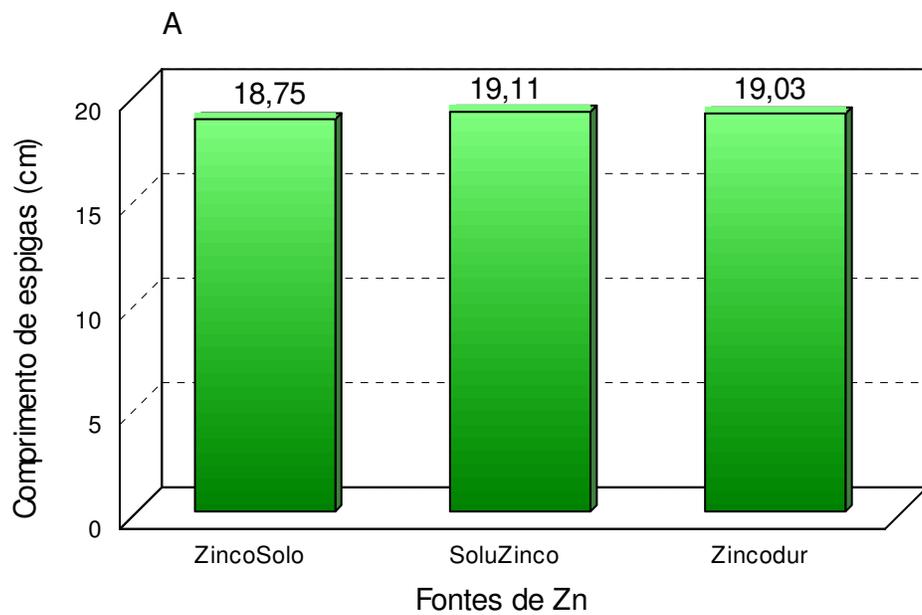


FIGURA 4 – Comprimento (A) e diâmetro (B) de espigas do milho-doce em função de fontes de zinco. C.V._A(%)=2,44. C.V._B(%)=5,01. UFMS, Dourados-MS, 1999.

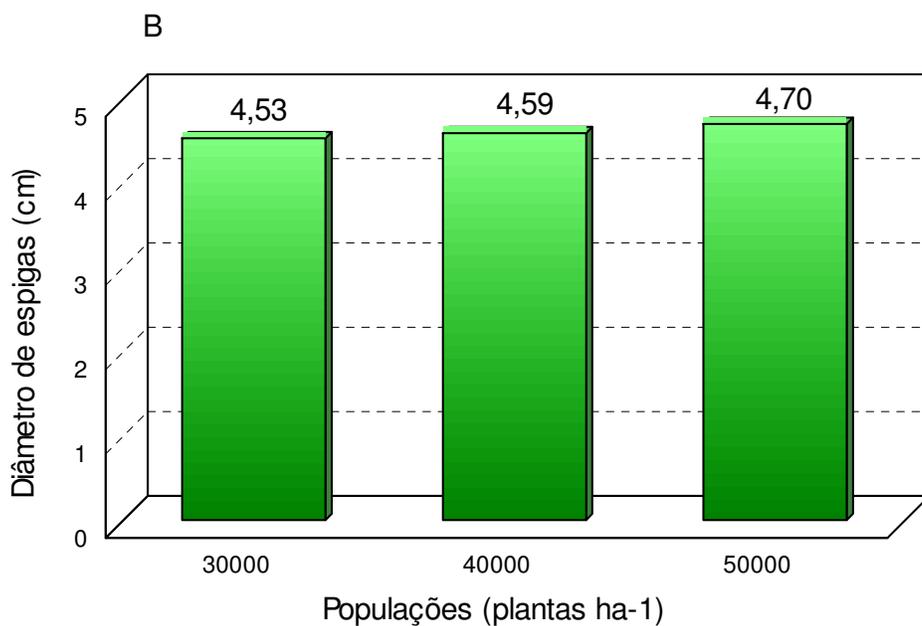
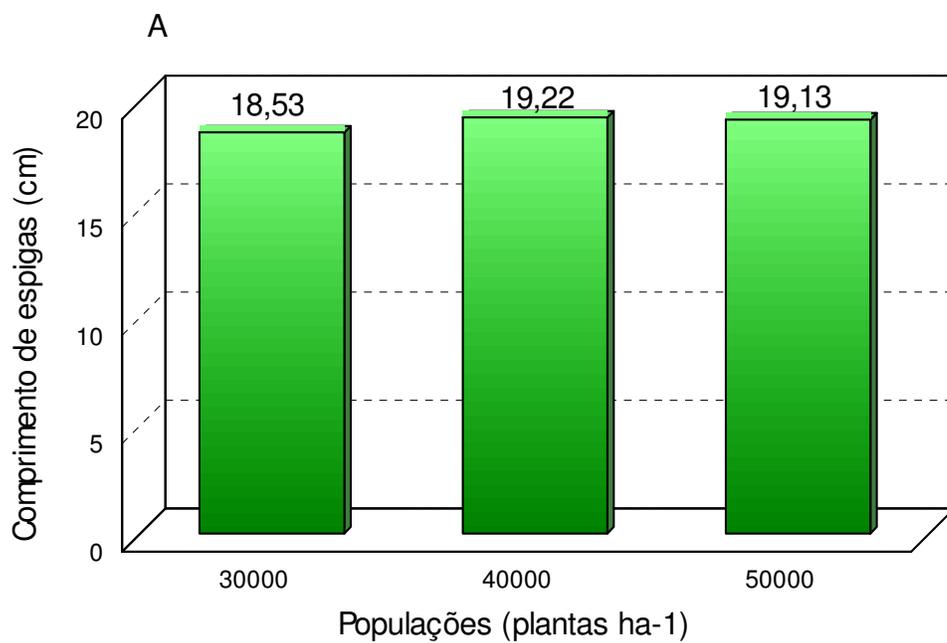


FIGURA 5 – Comprimento (A) e diâmetro (B) de espigas do milho-doce em função de populações de plantas. C.V._A(%)=1,63. C.V._B(%)=3,12. UFMS, Dourados-MS, 1999.

Quanto à população, não se chegou à pressão populacional que diminuísse o diâmetro do colmo e os tamanhos das espigas. Isso porque, segundo Büll (1993) e Fassio *et al.* (1998), as plantas de milho quando são de porte baixo toleram densidades de semeadura superiores a 50.000 plantas ha⁻¹. Também pode ser que as plantas estivessem em fase de crescimento, quando as condições ambientais favoreceram o crescimento ativo e quando os produtos fotossintéticos puderam ser mobilizados e desviados para órgãos que estavam em desenvolvimento (Whatley & Whatley, 1982). Esses fatos concordam com o exposto por Larcher (2000) de que o padrão de resposta de uma planta e seu específico potencial de adaptação são características geneticamente determinadas.

A falta de relação significativa das fontes de zinco e das populações com os teores de zinco nas folhas (25,79 mg kg⁻¹) e nos grãos (19,56 mg kg⁻¹) das plantas do milho estudado (Figura 6) deveu-se, provavelmente, ao fato de, na análise, terem-se detectado 2,5 mg dm⁻³ de zinco no solo utilizado para a cultura, quando, o nível crítico desse micronutriente para o milho é de 1,0 g dm⁻³, quando extraído pela solução de Melich 1 (Ritchey *et al.*, 1986). Isso indica que a quantidade de Zn presente no solo e o absorvido pela planta foi o suficiente para o desenvolvimento normal das plantas, não sendo necessária provável interferência das fontes de Zn usadas, mesmo com diferentes solubilidades.

O valor médio do teor de Zn encontrado nas folhas de milho (25,79 mg kg⁻¹) ficou acima do valor crítico (20 mg kg⁻¹) citado por Malavolta *et al.* (1997) e dentro da faixa de 15,0 a 50,0 mg kg⁻¹, considerada normal de concentração de zinco nas folhas de milho. Assim, postula-se que a soma do teor de Zn no solo com a dose utilizada das três fontes (4,0 kg ha⁻¹ de Zn) não foi o suficiente para alcançar o teor máximo no solo que pudesse induzir prováveis desbalanços nutricionais nas plantas. Isso mostra coerência com Souza *et al.* (1998), ao relatar que a adição ao solo de Sulfato de Zn heptahidratado promoveu aumentos significativos nas concentrações desse micronutriente nas folhas de milho, mas que não houve vantagens em empregar doses superiores a 5 kg ha⁻¹ de Zn. Por isso, não é

possível usar concentração de nutrientes na planta, ou em parte dela, como dado isolado, para determinar a eficiência de absorção (Silva & Magalhães, 1990).

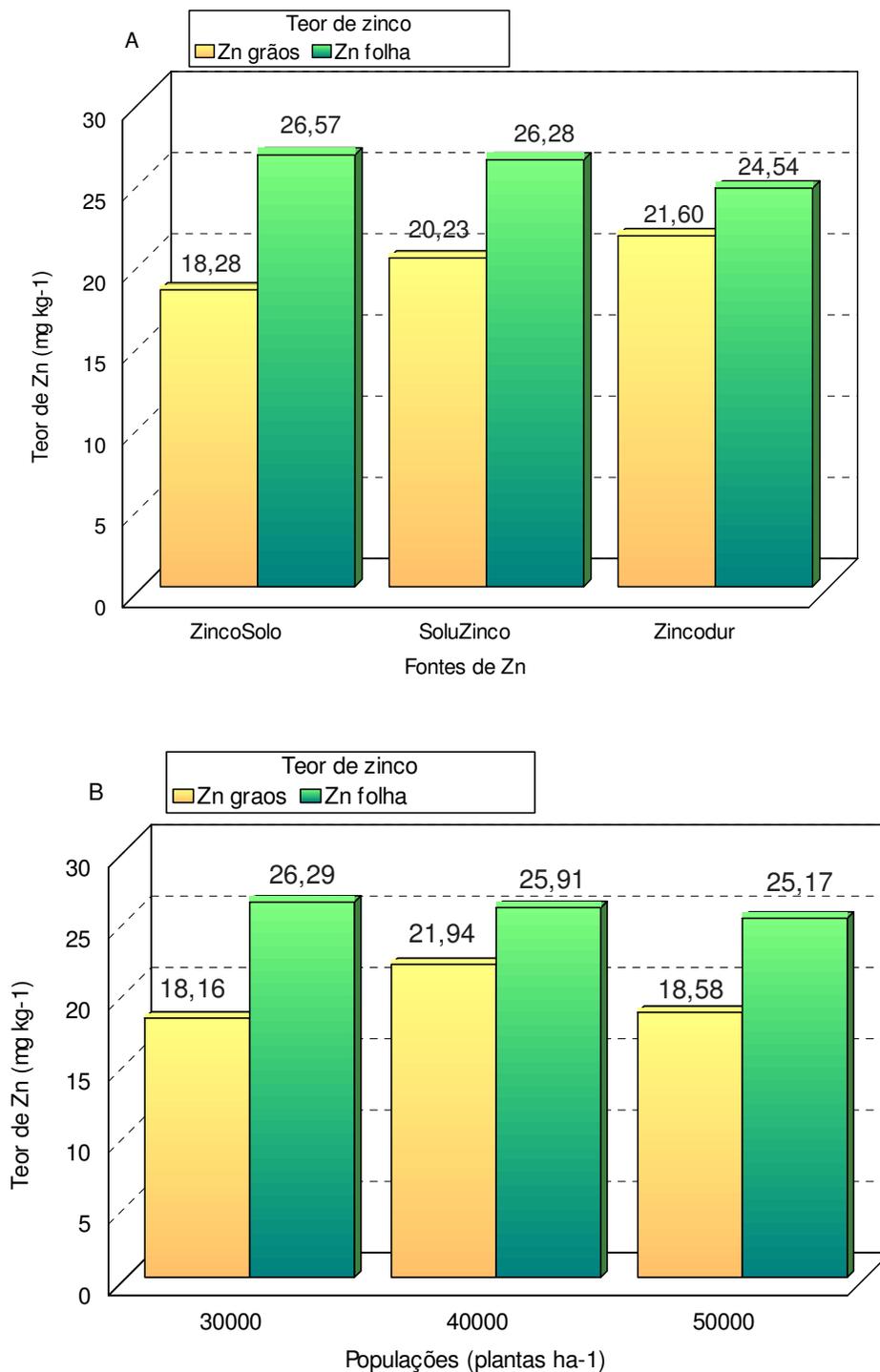


FIGURA 6 – Teores de Zn nos grãos e nas folhas do milho-doce em função de fontes de zinco (A) e populações de plantas (B). C.V._A(%)=16,49. C.V._B(%)=13,27. UFMS, Dourados-MS, 1999.

O efeito não significativo das populações sobre os teores de zinco nas folhas e nos grãos pode ter relação com os relatos de Büll (1993) e Fassio *et al.* (1998) sobre a adaptação dos milhos de porte baixo à altas densidades de plantas, e de Fancelli & Dourado Neto (1996) e Larcher (2000), ao citarem que em ocasiões em que os indivíduos de uma comunidade são submetidos a relações de competição por recursos materiais e energéticos, sobreviverão aqueles que detiverem características adaptativas superiores de natureza morfológica, fisiológica e comportamental.

As médias de altura de inserção das espigas (0,63 m), dos números de espigas por planta (1,27) e por área (51.940,67 ha⁻¹) e das massas frescas de espigas por planta (244,08 g) e por área (10.069,33 kg ha⁻¹) não foram influenciadas significativamente pelas fontes de zinco mas sim pelas populações (Figuras 7A; 8 e 9, respectivamente). A falta de resposta às fontes de zinco permite levantar a hipótese de que a quantidade de zinco que já existia no solo provavelmente tenha sido suficiente para o desenvolvimento normal das plantas (Silva & Magalhães, 1990). Isso porque, Souza *et al.* (1998) relataram que, com relação ao zinco, os problemas têm surgido em fase da incorporação ao processo produtivo de áreas de fertilidade marginal e, ainda, em decorrência do esgotamento gradativo de alguns solos em áreas de cultivo tradicional, onde não existia a reposição desse micronutriente. Também é provável que a falta de resposta seja porque essas fontes somente diferiam na sua formulação mas não na dose de zinco que adicionavam ao solo. Essa hipótese coincide com os resultados de trabalho de pesquisa relatado por Eichler & Nunes (1988), onde as fontes sulfato de zinco, óxido de zinco e FTE BR-12 não tiveram efeito significativo sobre a produção de matéria seca do milho, nos teores de zinco no solo e na absorção do zinco pelo milho. Hergert *et al.* (1977) relatam que embora possam-se encontrar diferenças significativas entre modos de aplicação e fontes de Zn, deve-se considerar que a eficiência relativa de ambos depende da dose em que se faz a comparação.

As médias de altura de inserção das primeiras espigas aumentaram linearmente com o aumento das populações das plantas (Figura 7B) apesar de a

altura das plantas não ter sido influenciada significativamente pelas populações (Figura 2). Esses resultados podem indicar que as relações fonte e dreno podem ser alteradas pelos arranjos espaciais das plantas e/ou pelo estágio fisiológico da cultura (Embrapa, 1996; Fancelli & Dourado Neto, 1996).

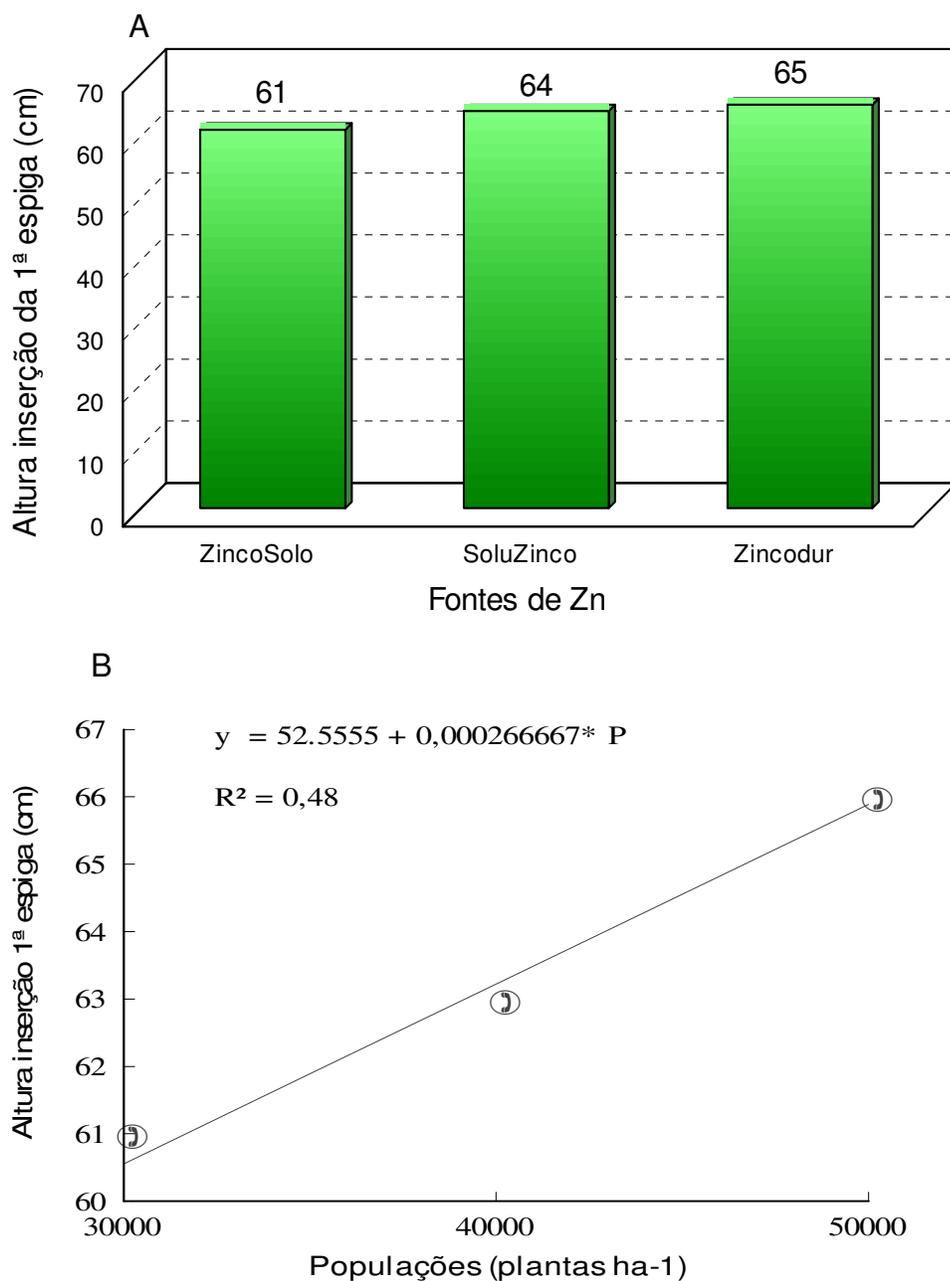


FIGURA 7 – Altura de inserção da espiga de plantas do milho-doce em função de fontes de zinco (A) e populações de plantas (B). C.V.(%)= 4,73. UFMS, Dourados-MS, 1999.

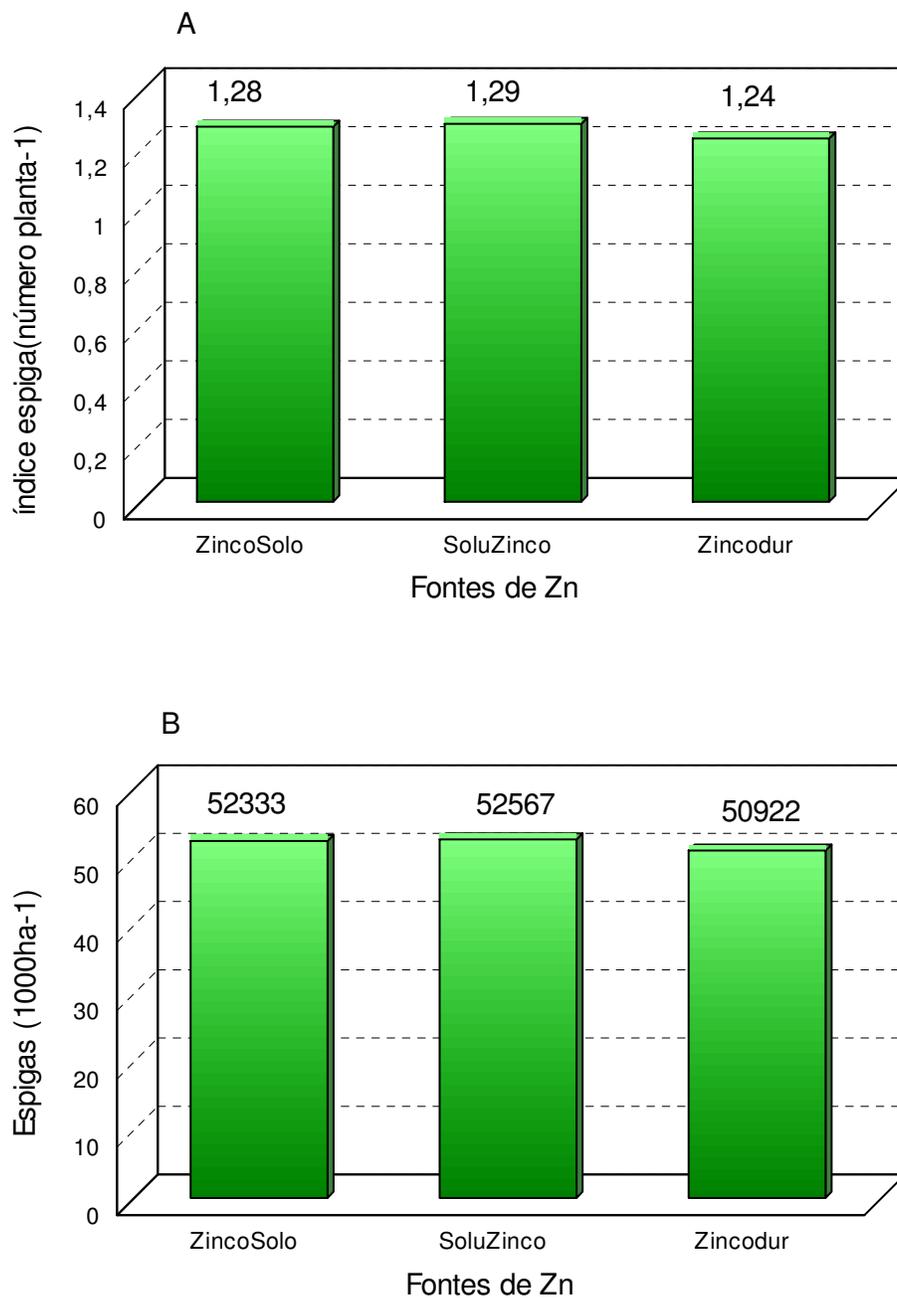


FIGURA 8 – Número de espigas do milho-doce, por planta (A) e por área (B), em função de fontes de zinco. C.V. (%) = 7,59. UFMS, Dourados-MS, 1999.

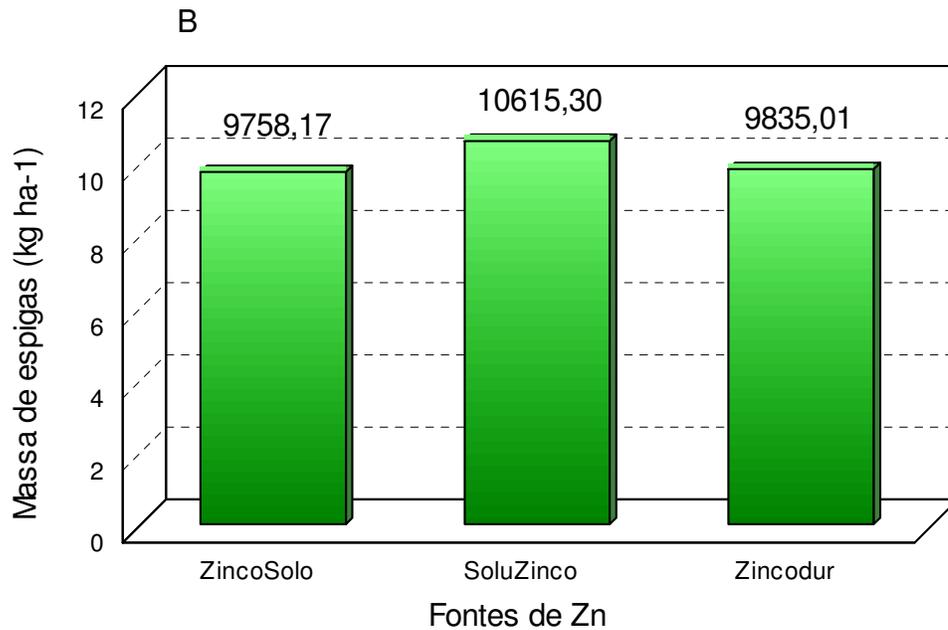
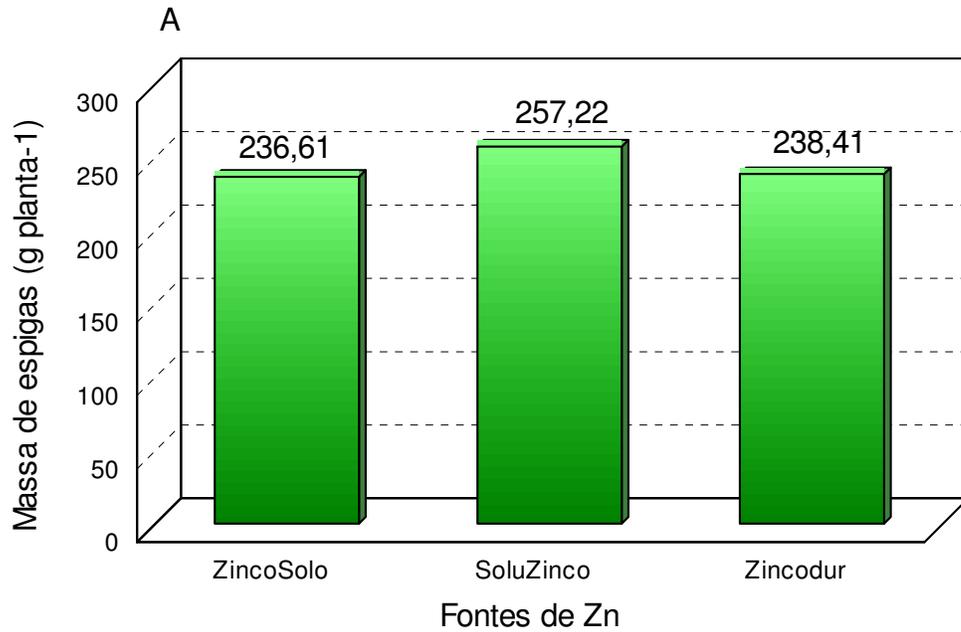


FIGURA 9 – Massa fresca de espigas de plantas do milho-doce, por planta (A) e por área (B), em função de fontes de zinco. C.V.(%) = 10,10. UFMS, Dourados-MS, 1999.

O número de espigas de milho aumentou em forma quadrática quando foi calculado por planta (Figura 10A), com índices de espigas de 1,04; 1,36 e 1,40 para 30.000; 40.000 e 50.000 plantas ha^{-1} , respectivamente, mostrando que trabalhou-se com um híbrido prolífico (Büll, 1983; Viana *et al.*, 1983; Gama *et al.*, 1992; Fancelli & Dourado Neto, 1996). O número máximo de espigas por planta foi de 1,42 alcançado sob a população de 46.428 planta ha^{-1} . Quando o cálculo foi por área, os aumentos foram lineares (Figura 10B) com o aumento das populações. Isso porque, segundo Fassio *et al.* (1998), os cultivares prolíficos têm maiores rendimentos em maiores densidades, e são mais estáveis em ambientes distintos, devido ao fato de o desenvolvimento da espiga principal ficar menos inibido por condições ambientais adversas, que nas cultivares de espigas únicas.

As massas frescas das espigas apresentaram as mesmas tendências de aumentos detectadas para o número de espigas, em função de populações de plantas (Figura 11), com máximo de 279,33 g por planta sob população de 46.558 plantas ha^{-1} . Isso permite levantar a hipótese de que o aumento da densidade de plantas induziu melhor expressividade produtiva das plantas do milho híbrido Superdoce. Coelho & Parentoni (1988) relatam que a redução do espaçamento resultando no aumento da população de milho verde (41.667; 50.000 e 62.500 plantas ha^{-1}), proporcionou aumento significativo do número de espigas colhidas e produção em massa, sem alterar a massa média das espigas despalhadas. Além disso, mostra coerência com a hipótese de que a partição dos fotoassimilados, sobretudo, é função do genótipo e das relações fonte-dreno (Embrapa, 1996; Fancelli & Dourado Neto, 1996) onde a eficiência de conversão fotossintética, dentre outros fatores, depende principalmente da temperatura, do estado nutricional e do equilíbrio hídrico das plantas. As plantas de milho possuem elevado potencial e acentuada habilidade fisiológica na conversão de carbono mineral em compostos orgânicos, os quais são translocados das folhas e de outros tecidos fotossinteticamente ativos (fontes) para os locais onde serão estocados ou metabolizados (drenos).

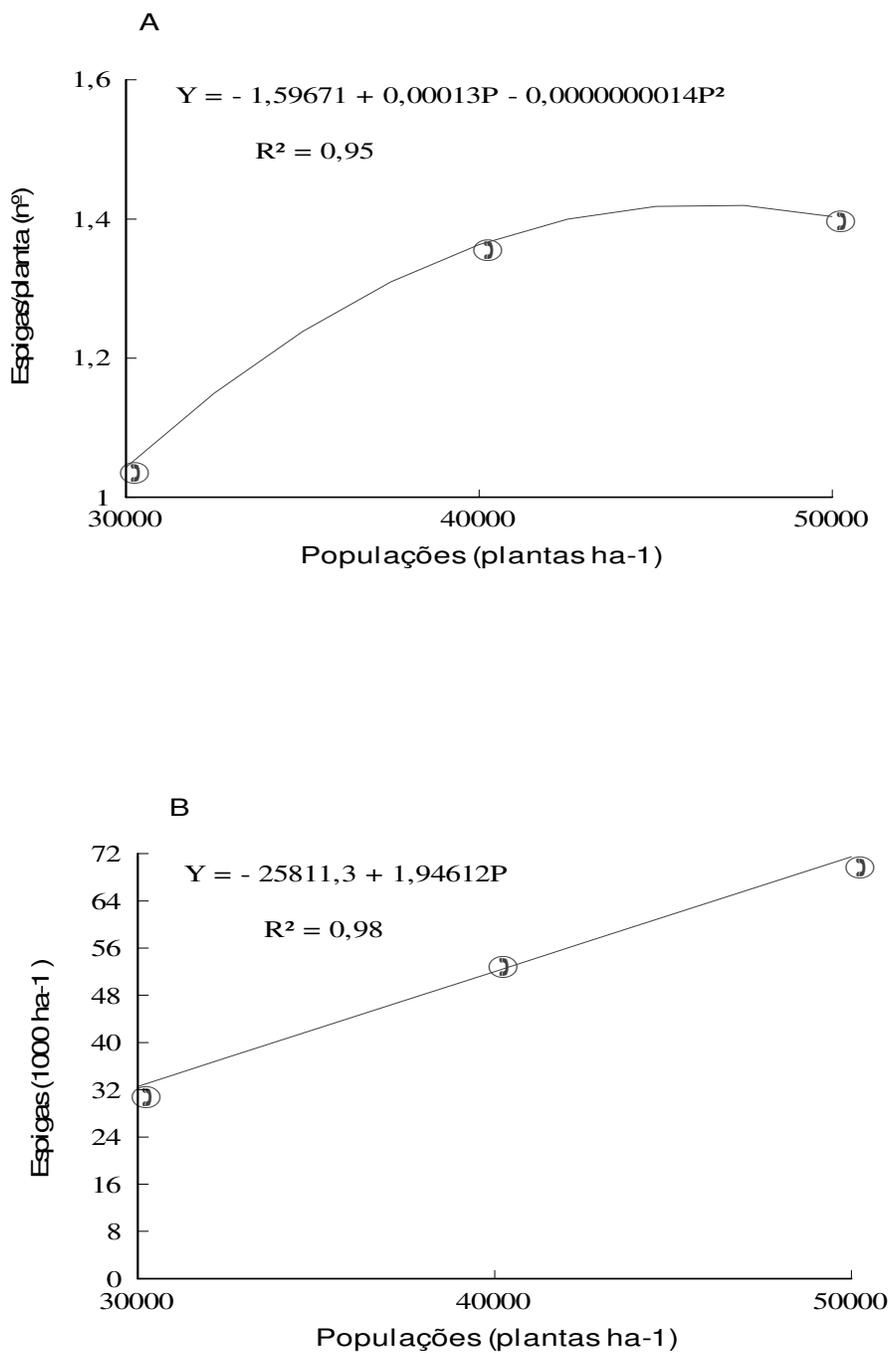


FIGURA 10 -Número de espigas do milho-doce, por planta (A) e por área (B), em função de populações de plantas. C.V.(%)=6,42. UFMS, Dourados-MS. 1999.

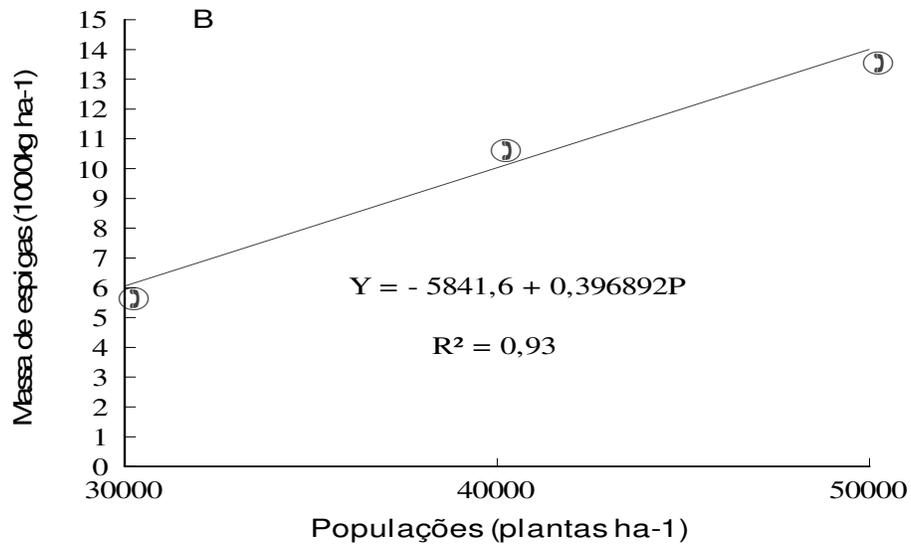
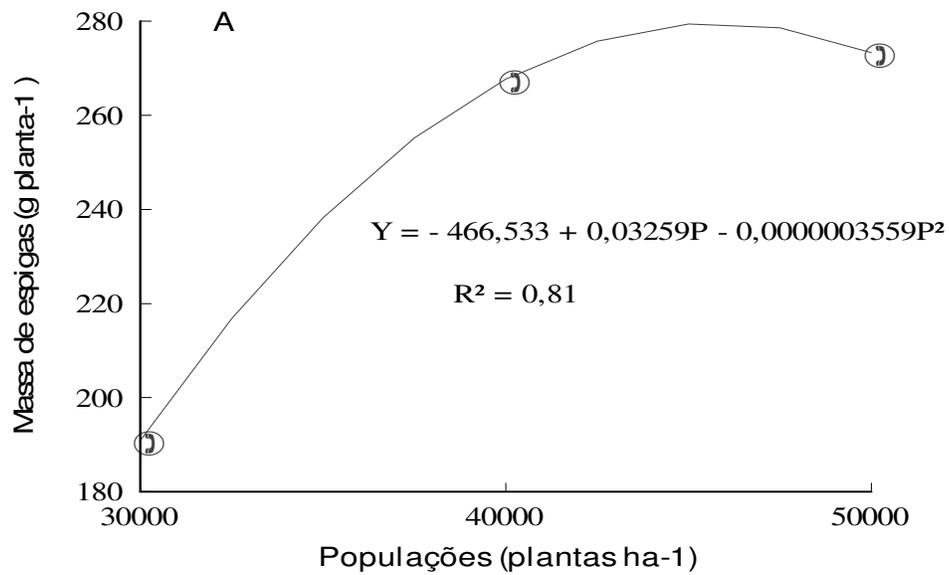


FIGURA 11 – Massa fresca de espigas do milho-doce, por planta (A) e por área (B), em função de populações de plantas. C.V.(%)=9,09. UFMS, Dourados-MS, 1999.

A resposta quadrática para massa fresca de espigas por planta mostra coerência com o relato de Ducannes (1984), quando cita que o diâmetro do colmo, comprimento e massa das espigas verdes comerciais do milho-doce diminuíram quando a população aumentou de 53.000 para 80.000 plantas ha⁻¹, embora a produção total de espigas tenha aumentado. Isso mostra que embora a planta inteira seja autotrófica, seus órgãos individuais são heterotróficos, dependendo uns dos outros para obtenção de nutrientes e fotossintatos (Strauss, 1983). Também mostra relação com o princípio de alocação de fotossintatos proposto por Cody (1966), citado por Fancelli & Dourado Neto (1996), no qual uma das características adaptativas importantes é a capacidade de as plantas destinarem, prioritariamente, recursos para a reprodução, sobrevivência, desenvolvimento, crescimento e defesa.

4.- CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento com o milho híbrido Superdoce e pelos resultados obtidos conclui-se que:

- Nenhuma das características, vegetativa ou reprodutiva, das plantas do milho híbrido Superdoce foi indicativo da importância de escolher uma das fontes de zinco em estudo; principalmente quando a fonte for incorporada ao formulado NPK.

- A maior população de plantas empregada no experimento foi o suficiente para alcançar o máximo produtivo por planta do milho híbrido Superdoce mas não para alcançar a produtividade máxima da cultura.

5.- LITERATURA CITADA

AMORIM, E. P.; CARASSAI, I.; KLUGE, M.; MAZZOCATO, A. C.; SERENO, M. J.; BARBOSA NETO, J. F. Avaliação do comportamento de duas populações de milho doce e milho comum sobre a ação de fatores abióticos. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 44, REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 27. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: FEPAGRO, p.272-277, 1999.

BARBOSA, J. V. A. Fisiologia do milho. In: EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Cultura do milho. Brasília: EMBRATER, 1983. p.7-12 (EMBRATER: Articulação pesquisa-extensão, 3).

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, p.63-145, 1993.

COELHO, A. M.; PARENTONI, S. N. Milho verde. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.14, n.24, p.43-53, 1988.

DUCANNES, A. A. *Nitrogen fertilization and population density on yield and quality of sweet corn (Zea mays L.)*. 1984. 95f. Dissertação (Mestrado) – University of Philippines, Philippines.

EICHLER, V.; NUNES, M. R. Avaliação de fontes e níveis de zinco na cultura do milho, em solo LV sob cerrado. Goiânia: EMGOPA, 1988. 4p. (Informe de pesquisa em andamento, n.36)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Recomendações técnicas para o cultivo do milho*. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 204p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Milho: recomendações técnicas*. Sete Lagoas: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1997. 204p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412p.

EUCLIDES, R. F. Sistemas para análises estatísticas SAEG versão 7.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 1997.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Milho: fisiologia da produção. In: SEMINÁRIO SOBRE FIOLOGIA DA PRODUÇÃO E MANEJO DE ÁGUA E NUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO DE ALTA PRODUTIVIDADE, 1996. *Palestras...* Piracicaba: ESALQ/USP-POTAFÓS, p.1-29. 1996.

FASSIO A.; CARRIQUIRY, A. I.; TOJO, C.; ROMERO, R. *Maíz, aspectos sobre fenología*. INIA. Montevideo, 1998p. (INIA – Serie Técnica, 101).

FERREIRA, M. E. Seleção de extratores químicos para a avaliação da disponibilidade de zinco em solos de Estado de São Paulo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.23, n.2, p.293-304, 1993.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FORNASIERI FILHO, D. A. *A cultura do milho*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.

FREITAS, L. M.; TANAKA, T.; LOBATO, E.; SOARES, W. V.; FRANÇA, G.E. Experimentos de adubação de milho doce e soja em solos de campo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, n.7, p.7-63, 1972

GALRÃO, E. Z. Métodos de correção da deficiência de zinco para o cultivo de milho num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.18, n.2, p. 229-233, 1994.

GALRÃO, E. Z.; LOPES, A. S. Deficiências nutricionais em solos de cerrado. In: FERRI, M. G.; (Ed.) *V Simpósio sobre cerrado: uso e manejo*. Brasília: Editerra, 1980. p. 328.

GALRÃO, E. Z. ; MESQUITA FILHO M. V. Efeito de fontes de Zn na produção de matéria seca do milho em um solo sob cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.16, n.5, p.167-170, 1981.

GAMA, E. E; PARENTONI, S. N. Aspectos gerais. In: *A cultura do milho doce*. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 1992, 34p. (Circular técnica n.18).

GAMA, E. E.; PARENTONI, S. N.; REIFSCHNEIDER, F. J. Origem e importância do milho doce. In: *A cultura do milho doce*. EMBRAPA-CNPMS. 1992. Sete Lagoas, 1992, 34p.

DOW AGROSCIENCES. Sementes: guia de híbridos. Jardinópolis: Sementes Dow Agrosciences Ltda., sd., 67p.

HERGERT, G. W.; WIESE, R. A.; REHM, G. W. Effectiveness of band-applied zinc sources. *Fertility Soluty*, North Carolina, v.12, n.21, p.66-77, 1977.

HOLDEN A. C; BROWN, F. Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: ROBSON, A. D. (ed.) *Zinc and soils and plants*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.119-134. 1965

KONDÖFER, G. H.; ALCÂNTARA, C. B.; WOROWITZ, N.; LANA, R. M. Q. Formas de adição de zinco a um formulado NPK e seu efeito sobre a produção de milho. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.52, n.3, p.555-560, 1995.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa Artes e Textos. 2000. 531p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Metodologia para análise de elementos em material vegetal. In: *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: POTAFÓS, p.138 –156, 1997.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de planejamento e coordenação geral. *Atlas Multirefencial*. Campo Grande, 1990. 28p.

MILHO. *AGRIANUAL 2001: anuário da agricultura brasileira*. São Paulo, p.417-438, 2001.

PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, p.23-43, 1993.

PITTA, G. V.; FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. Calagem e adubação. In: *A cultura do milho doce*. Sete lagoas: EMBRAPA-CNPMS. 1992, 34p. (Circular técnica, n.18).

RITCHEY, K. D.; COX, F. R. ; GALRÃO, E. Z.; YOST, R. S. Disponibilidade do zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.21, n.2, p.215-225, 1986.

ROCHA, F. E. C.; FRANCO, V. P.; OLIVEIRA, C. A. S. Semeadura do milho doce. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.15. n.169, 1991.

SCAPIM, C. A.; CRUZ, C. D.; ARAUJO, J. M. Cruzamentos dialélicos entre sete cultivares de milho-doce. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.13, n.1, p.19-21. 1995.

SILVA, F. L.; MAGALHÃES, J. R. Formas de nitrogênio e tipo de substrato nos parâmetros de absorção de fósforo pelo milho doce. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, n.11, p.173-180, 1990.

SOUZA, E. C. A. de; COUTINHO, E. L. M; NATALE, W.; BARBOSA, J. C. Respostas do milho à adubação com fósforo e zinco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.7, p.1031-1036, 1998.

STRAUSS, M. S. Anatomy and morphology of taro: *Colocasia esculenta* (L.) Schott. In: WANG, J. K. *Taro: a review of Colocasia esculenta and its potential*. Honolulu, University of Hawaii Press, p.21-33. 1983.

TEIXEIRA, M. R. de O. A cultura do milho e sua importância nos sistemas de produção de Mato Grosso do Sul. In: WORKSHOP SOBRE QUALIDADE DO MILHO, 1997, Dourados MS. *Anais...* Dourados. EMBRAPA-CPAO, 1998. p.12-14 (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 23).

TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba:ESALQ/ Fundação Cargill, p.325-331. 1978.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Sistema para Análise Estatística. *UFV*. Ricardo F. Euclides. Viçosa, 2000. Disponível em: < <http://www.ufv.br/saeg/Introdução.htm>> Acesso em 08 jan. 2002.

VIANA, A. C.; SILVA, A. F.; MEDEIROS, J. B.; CRUZ, J. C.; CORREA, L. A. Práticas culturais. In: EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. *Cultura do milho*. Brasília: EMBRATER, p.87-100. 1983. (EMBRATER: Articulação pesquisa-extensão, 3).

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. *A luz e a vida das plantas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1982. 101 p.

WOLFE, D. W.; AZANZA, F.; JUVIK, J. A. Sweet corn. In: WIEN, H. C. (Ed.) *The physiology of vegetable crops*. New York: CAB International, p.461-478, 1997.

YOUNG, R. Providing micronutrients in bulk-blend, granular fertilizers. *Commercial Fertilizers*, Atlanta, v.118, n.1, p.21-24. 1969.