

***TOLERÂNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO À ADIÇÃO
DE SULFATO DE ZINCO VIA SEMENTES******Tolerance of Corn Hybrids to the Seed Treatment
With Zinc Sulphate***

Isabel Cristina Vinhal Freitas¹; Jurandir Pereira Segundo²; Danilo Alves Cabral³

RESUMO

O tratamento das sementes de milho com micronutrientes é bastante comum, principalmente no que diz respeito ao zinco. O objetivo do trabalho foi avaliar a tolerância de híbridos de milho à adição de sulfato de zinco via sementes. Avaliou-se a porcentagem de germinação computando-se o número de plântulas anormais, obtendo-se a matéria seca e o comprimento das plântulas normais. Calculou-se o tempo médio e o coeficiente de variação, a velocidade média, a sincronia e a incerteza da germinação. Foram feitas análises de condutividade elétrica do extrato para avaliar a perda de solutos. O Zn foi fornecido por meio de solução de sulfato de zinco nas concentrações de 0; 2,5; 10 e 20 g de Zn kg⁻¹ de sementes. Os dois híbridos apresentaram sintomas de toxidez pela adição de zinco com consequente redução da porcentagem e velocidade de germinação, tamanho da plântula e da matéria seca, e expressivo aumento de plântulas anormais. O híbrido triplo se mostrou mais tolerante a adição de sulfato de zinco do que o simples, não apresentando variação no tempo médio, sincronia e incerteza da germinação. Mostrou ainda melhor valor de vigor para o teste de frio quando aplicado a dose de 2,5 g de Zn por kg⁻¹ de sementes, além de melhor qualidade das sementes, devido à menor quantidade de lixiviados pelo teste de condutividade elétrica em todas as doses testadas.

Palavras-chave: Germinação. Vigor. Zinco. Híbrido Simples. Híbrido Triplo.

ABSTRACT

Treatment of maize seeds with micronutrients is quite common, especially with regard to zinc. The objective was to evaluate the tolerance of corn hybrids to the seed treatment with zinc sulphate. The work evaluated the germination percentage by computing the number of abnormal seedlings, resulting in dry matter and length of normal seedlings. We calculated the mean and coefficient of variation, average speed, the timing and uncertainty of germination. The electrical conductivity of the extract to assess the seeds loss of solutes were analyzed. Zinc was provided by a solution of zinc sulfate at concentrations of 0, 2.5, 10 and 20 g Zn kg⁻¹ seeds. The two hybrids showed symptoms of toxicity by the addition of zinc with a consequent reduction in the percentage and speed of germination, seedling size and dry matter, and significant increase in abnormal seedlings. The triple hybrid was more tolerant to the addition of zinc sulfate than the simple, showing no change in the mean time, uncertainty and

timing of germination. Showed even better value to force the cold test when applied to a dose of 2.5 g of Zn per kg-1 seed, and better quality seeds, due to the lower amount of leachate by the electrical conductivity test at all doses tested.

Keywords: Germination. Vigor. Zinc. Simple Hybrid. Hybrid Triple.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de área colhida de grãos de milho, em média 12 milhões de hectares a cada safra, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China (CIB, 2009).

Além de ocupar uma área cultivada considerável no território brasileiro, gerando empregos no setor agrícola, o milho é importante pela sua utilização direta na alimentação humana e de animais, bem como na indústria para a produção de cola, amido, óleo, álcool, flocos alimentícios, bebidas e de muitos outros produtos importantes em nosso cotidiano. De acordo com Souza & Braga (2004), a importância do milho para a produção animal pode ser verificada pelo emprego de 80% de todo o milho produzido no país, ser consumido na forma de ração.

O emprego de linhagens, em programas de melhoramento, está associado à busca do vigor de híbrido. Na tentativa de escolha dos melhores parentais, ensaios vêm sendo realizados para mostrar que cruzamentos entre linhagens com relativa divergência entre si resultam em híbridos com alto vigor.

No entanto, para que a produção comercial de milho híbrido seja eficiente, são necessários métodos para identificar as linhagens que apresentem os melhores desempenhos (MELO et al., 2001).

A necessidade de alcançar elevados patamares de produtividade tem levado a uma crescente preocupação com a adubação com micronutrientes, entre eles, o boro e o zinco, de acordo com Malavolta et al. (1987), que são considerados extremamente importantes para a cultura de milho, sendo que a deficiência desses elementos é muito comum nos solos brasileiros, manifestando-se em grande parte das áreas ocupadas pela cultura.

Com base na pequena quantidade desses micronutrientes exigida pelas plantas, pode-se dar ênfase à adubação via semente, por apresentar menores custos de aplicação, melhor uniformidade na distribuição, menores perdas e racionalização no uso de reservas naturais não renováveis (PARDUCCI et al., 1989). Cabe salientar que, apesar das incontestáveis vantagens proporcionadas pela adição de boro e zinco na adubação da cultura de milho, muitos autores citam a existência de riscos perante o uso de doses elevadas desses elementos, principalmente se concentrados no sulco de semeadura.

A constatação do efeito depressivo do uso de micronutrientes em adubação é bastante comum em nosso meio, mesmo que em condições experimentais. Acentua-se, desta maneira, o conceito geral de que existe uma estreita relação entre nível tóxico e nível desejável dos micronutrientes para determinadas culturas. Como muitos fatores afetam a disponibilidade dos micronutrientes no solo, é de se esperar que o nível tolerável de adubação com determinado micronutriente varie bastante em função do solo e do clima, para uma mesma cultura. Além disso, espécies de plantas e genótipos dentro da mesma espécie de plantas diferem na resistência ao excesso de Zn.

Em relação aos micronutrientes adicionados via semente, faltam ainda informações relativas à tolerância das culturas para tratamentos desse tipo.

OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi verificar alguns parâmetros relacionados à germinação e determinar a tolerância de híbridos de milho à aplicação de sulfato de zinco via sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes (LASE) da Fundação Educacional de Ituiutaba, Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba-MG.

Foram utilizados neste estudo amostras de dois lotes de híbridos: a cultivar Tork (híbrido simples) e a linhagem DW117 (híbrido triplo). As sementes utilizadas foram produzidas no município de Ituiutaba-MG (latitude 18° 58' 08" S, longitude 49° 27' 54" O, altitude média de 544 m), colhidas na safra de verão 2008/2009. Entre a colheita e a realização dos experimentos, as sementes permaneceram armazenadas em câmara fria (10 °C, 60% de umidade relativa do ar).

As doses de zinco testadas foram 0; 2,5; 10 e 20 g de Zn kg⁻¹ de sementes e a fonte utilizada foi o sulfato de zinco (ZnSO₄).

As amostras foram homogeneizadas e separadas com o auxílio de divisor. De cada uma delas foram contadas cinco repetições de 100 sementes, pesadas em balança analítica com quatro casas decimais (BRASIL, 2009), e o valor de cada repetição foi multiplicado por dez, para o cálculo da média do peso de 1000 sementes.

Determinou-se a umidade das sementes, com três repetições de 10 sementes, pelo método da estufa conforme a RAS (BRASIL, 2009). Pesaram-se as sementes úmidas e submetidas à estufa por 24 horas, à temperatura de 105 °C ± 3. Após esse período, obteve-se o peso das sementes secas e calculou-se o teor de água das sementes, em porcentagem, pela fórmula:

$$U\% = \frac{\text{Peso úmido} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Os testes de germinação padrão foram realizados em rolo de papel toalha Germitest[®], umedecidos com volume (mL) de água ou solução de ZnSO₄ equivalente a três vezes a massa (g) do substrato seco. Os testes foram conduzidos à temperatura de 25 °C. Foram utilizadas 200 sementes para cada tratamento, constituídas de quatro repetições de 50 sementes. A quantidade de Zn foi calculada com base na massa das sementes de cada repetição. As avaliações foram realizadas no sétimo dia após a semeadura, de acordo com as recomendações das Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais e anormais.

Para os índices relativos à germinação, a contagem do número de plântulas germinadas foi realizada a cada 24 horas, durante sete dias, concomitantemente ao teste de germinação padrão. Com os dados coletados, calculou-se o tempo médio de germinação (TM) (LABOURIAU, 1983), velocidade média de germinação e o coeficiente de variação no tempo (SANTANA; RANAL, 2004), a incerteza (I), de acordo com Labouriau e Pacheco (1978) e a sincronia de germinação (Z), índice proposto por Primack (1980), onde os valores variam entre zero (quando apenas uma semente germina em cada tempo – dia) e um (quando todas as sementes germinam num mesmo tempo).

A condutividade elétrica (CE) foi determinada pelo sistema mais usual conhecido como “condutividade de massa” ou sistema de copo (“bulk conductivity”). Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes de cada híbrido, previamente pesadas com precisão de três casas decimais, que foram imersas em 75 mL de água deionizada ou solução de ZnSO_4 correspondente a cada tratamento, e incubadas em câmara BOD a 25 °C por 24 horas. Após este período, a leitura de cada amostra (recipiente) foi feita imediatamente após a retirada do material do BOD, agitando suavemente cada copo, para permitir uma uniformização dos lixiviados na solução. Os resultados foram obtidos com o auxílio de um condutivímetro, e foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

O mesmo procedimento foi realizado para cada solução de ZnSO_4 referente aos tratamentos, mas sem a incubação e com a ausência de sementes, a fim de verificar a condutividade elétrica das soluções. O valor da CE das sementes embebidas na solução foi subtraído do valor da CE da solução, para não ser superestimado.

Outro teste realizado para verificar o vigor foi o teste de frio, feito em rolo de papel toalha Germitest[®], conforme Dias & Barros, 1995. Utilizou-se 200 sementes, com quatro repetições de 50 sementes. Os rolos foram acondicionados no germinador a 10°C por sete dias. Foram retirados e acondicionados no germinador a 25°C por mais quatro dias. O vigor foi

calculado em relação às plântulas normais germinadas obtidas no teste, em porcentagem (DIAS; BARROS, 1995).

Realizou-se também o teste para avaliar o comprimento de plântulas. Utilizou-se no total 40 sementes, com quatro repetições de dez sementes, cuja semeadura também foi feita em rolo papel toalha, seguindo a mesma metodologia do teste de germinação padrão. Todas as sementes foram colocadas com as radículas voltadas para baixo e distanciadas a 8 cm da margem superior da folha para melhor desenvolvimento das plântulas. Foram postas no germinador a uma temperatura de 25°C por sete dias. Foram feitas as medições de comprimento de raízes e parte aérea e determinou-se a matéria seca das raízes e da parte aérea, retirando-se o cotilédono.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Para a análise estatística dos dados, foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos da ANOVA e de Bartlett para homogeneidade entre as variâncias. Se essas pressuposições não foram atendidas, houve transformação dos dados. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os híbridos não diferiram entre si, em relação à massa de 1000 sementes, teor de água, e teste de frio sem adição de Zn, no entanto, para o teste de frio com a adição de 2,5 g Zn kg⁻¹ sementes, observou-se com adição da dose de 2,5 g Zn kg⁻¹ de sementes houve diminuição de 63,3% no vigor das plântulas para o híbrido simples e de 53,2% para o híbrido triplo, havendo diferença significativa (Tabela 1), demonstrando que o híbrido triplo apresenta maiores condições de suportar o Zn (Tabela 1). Os dados do teste de frio para as demais doses de Zn testadas não foram apresentados, pois houve 100% de plântulas anormais com a adição de 10 e 20 g Zn kg⁻¹ sementes, para os dois híbridos.

Em relação ao tempo médio de germinação (T_m) não houve diferença estatística, porém houve um aumento nas maiores doses (10 e 20 g Zn kg⁻¹ sementes). O híbrido simples (Tork) aumentou o tempo de germinação de 3,22 para 4,47 dias, da maior dose de Zn em comparação com a testemunha (Tabela 2).

Quanto maior a dose de Zn, maior o coeficiente de variação no tempo (CVt), não se verificou diferença estatística no híbrido triplo (DW 117), o qual apresentou menor CVt que o híbrido simples (Tork), variando de 14,03 a 20,15% (Tabela 2). Com o aumento do CVt, houve aumento da incerteza, e menor sincronia de germinação com o aumento das doses de Zn nos híbridos de milho, porém com diferença significativa apenas no híbrido simples (Tork), que apresentou aumento no CVt de 13,25 a 28,91%. Ao tomar como referência os valores limites de coeficiente de variação de um experimento (PIMENTEL-GOMES, 2000), verifica-se que os altos coeficientes de variação do tempo de germinação (CVt) registrados para os tratamentos estudados a partir da dose de 10 g Zn kg⁻¹ de sementes, confirmam sua grande dispersão ao redor do tempo médio de germinação.

O sulfato de zinco (ZnSO₄) diminuiu significativamente a velocidade média de germinação (VM) nos dois híbridos (Figura 1). A equação linear de predição significa que para o híbrido simples, a cada 1g de Zn kg⁻¹ de sementes adicionado ao substrato, a VM diminuirá 0,0039 dia⁻¹, e para o híbrido triplo, a diminuição da VM é menor, de 0,0025 dia⁻¹ (Figura 1).

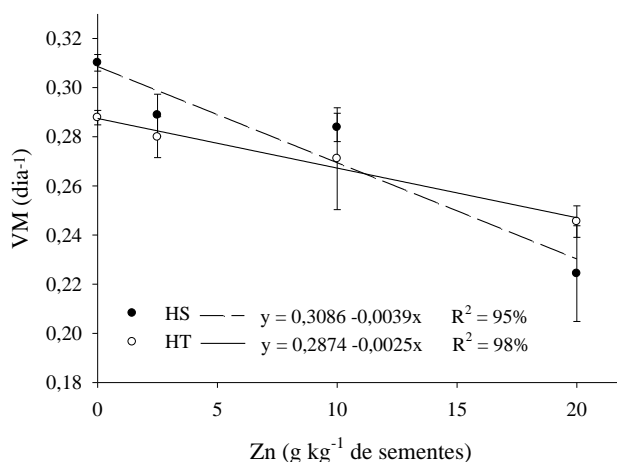


Figura 1. Velocidade média de germinação (VM) de sementes de híbridos simples (HS: Tork) e híbrido triplo (HT: DW 117) submetidas aos tratamentos com soluções de ZnSO_4 . As barras indicam o desvio padrão (média de quatro repetições).

O ZnSO_4 apresentou um efeito significativo sobre os híbridos testados, na porcentagem de plântulas normais e anormais no teste de germinação padrão. Maior porcentagem de plântulas normais foram encontradas nas testemunhas (HS: 79% e HT: 68%), e houve redução com aumento da concentração de Zn (Figura 2), com quase totalidade de plântulas anormais a partir do tratamento com 10 g Zn kg^{-1} de sementes.

Ribeiro et al. (1994) encontrou diferenças significativas em plântulas de milho entre fontes de zinco para o percentual de plântulas anormais, sendo que no tratamento com $2,5 \text{ g de Zn kg}^{-1}$ de sementes, aplicando-se o ZnSO_4 , o número de plântulas normais foi maior que na testemunha. No trabalho de Ribeiro (1993), a porcentagem de plântulas normais na dose de $2,5 \text{ g de Zn kg}^{-1}$ de sementes também não diferiu da testemunha, o que não foi encontrado no presente trabalho (Figura 2).

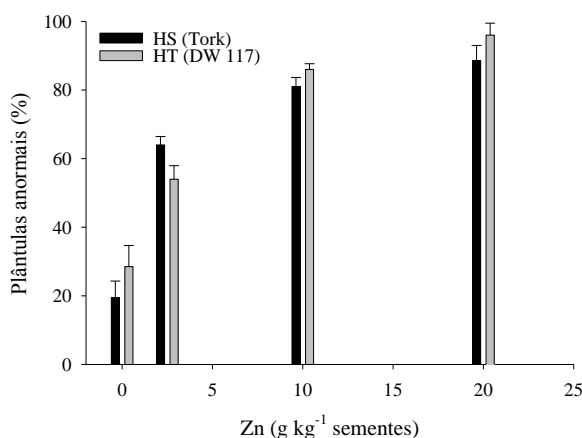


Figura 2. Porcentagem de plântulas anormais quantificadas no teste de germinação padrão, em relação aos tratamentos com ZnSO_4 em híbridos de milho simples: HS (Tork) e triplo: HT (DW 117). As barras indicam o desvio padrão (média de quatro repetições).

Para a matéria seca das plântulas verificou-se efeito negativo da aplicação de doses crescentes de Zn sobre o crescimento da parte aérea e das raízes (Figuras 3). À medida que a concentração de Zn aplicada nas sementes aumentou, houve redução no comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas e consequentemente apresentaram menor matéria seca. As médias dos comprimentos da parte aérea e de raízes de plântulas em relação às variações nas doses de Zn foram ajustadas à equação de regressão linear, tendendo a zero para o comprimento de raízes no tratamento com 20 g Zn kg⁻¹ de sementes (Figura 3A e 3B). Os sintomas de toxidez observados visualmente foram: menor tamanho da plântula, necrose na raiz e nas folhas, raiz primária pouco ou não desenvolvida, maior desenvolvimento de raízes adventícias a partir do tratamento com 10 g Zn kg⁻¹ de sementes. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Rezende et al. (2009), com tratamento com Zn em sementes de melancia.

Os dois híbridos apresentaram sintomas de toxidez com consequente redução do tamanho da plântula, não havendo diferença significativa em relação ao comprimento total dos dois híbridos. No entanto, o híbrido triplo (DW 117) apresentou maiores valores nos tratamentos testemunha e com 2,5 g Zn kg⁻¹ sementes, apresentando 28,9 cm e 20,7 cm respectivamente. O híbrido simples (Tork) obteve um comprimento total de plântulas de 21,3 cm na testemunha e 15,4 cm no tratamento com 2,5 g Zn kg⁻¹ sementes. Nos demais tratamentos, não houve diferença significativa no tamanho total de plântulas, variando em média de 4 a 2,5 cm nos dois híbridos.

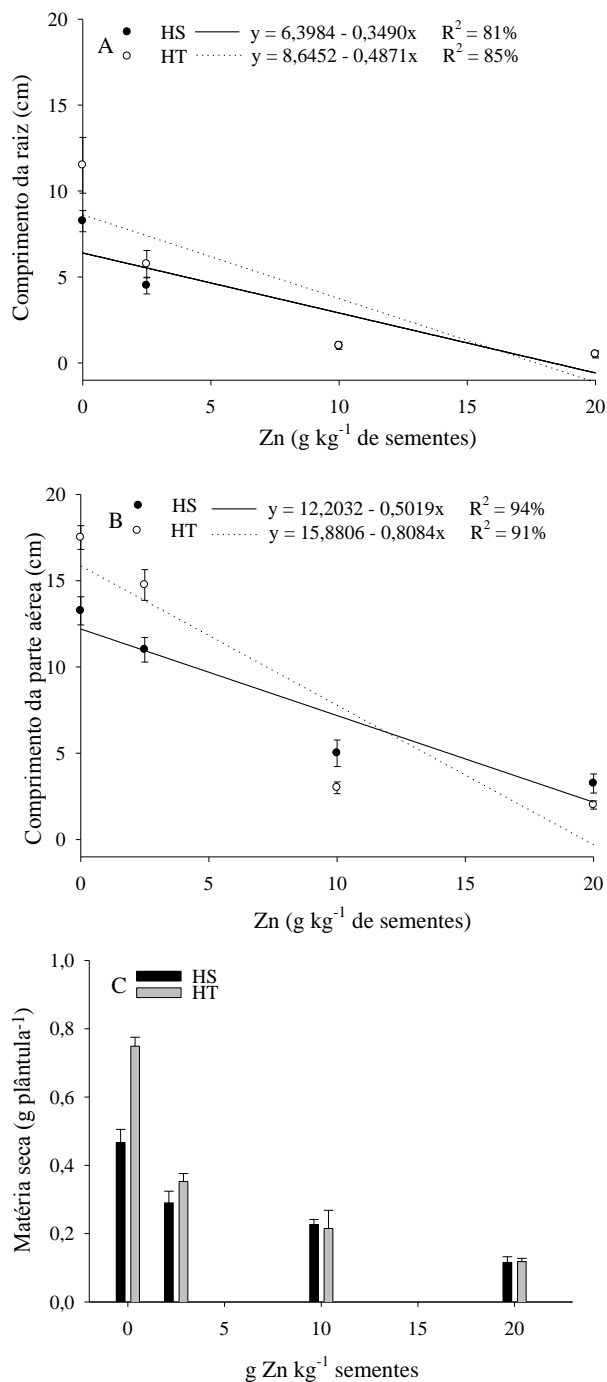


Figura 3. Comprimento médio de raízes (A) e da parte aérea (B) e matéria seca das plântulas (C), obtidas de sementes de híbridos simples (HS: Tork) e triplo (HT: DW 117), aos 7 dias após a semeadura tratados com doses de ZnSO_4 . As barras indicam o desvio padrão (4 repetições).

Observou-se que a partir da dose de 10 g Zn kg⁻¹ sementes, o desenvolvimento da raiz primária foi praticamente toda inibida, havendo redução significativa no tamanho e matéria seca da plântula (Figuras 3).

O teste de condutividade elétrica (Tabela 3) das sementes dos híbridos embebidas em solução com doses de Zn diferiu significativamente entre os tratamentos, e o vigor decresceu com o aumento da concentração do micronutriente.

Os menores valores encontrados foram da testemunha, não havendo diferença significativa entre híbridos, indicando alta qualidade inicial das sementes, resultado confirmado também pelo teste de frio (Tabela 1). Na dose de 2,5 g Zn kg⁻¹ de sementes, houve aumento na concentração de lixiviados das sementes diminuindo o vigor dos híbridos (Tabela 3). Com a concentração de 10 g Zn kg⁻¹ de sementes de milho, o valor encontrado foi em média 32,7 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$. De acordo com Mariano (1991), a partir de 30 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ para sementes de milho, o lote apresenta alta quantidade de lixiviados, o que representa baixa qualidade fisiológica da semente, e são consideradas sementes de baixo vigor. No presente trabalho esse efeito foi devido à solução de Zn, que aumentou a degradação das sementes de milho, devido ao efeito da alta concentração do sulfato de zinco na solução (Tabela 3), principalmente nas doses de 10 e 20 g Zn kg⁻¹ de sementes. Consequentemente a porcentagem de plântulas anormais aumentou em média 83%, como visto na Figura 2.

Tabela 1 – Caracterização de sementes de dois híbridos de milho (simples: Tork e triplo: DW 117), pela massa de 1000 sementes (MASSA), teor de água na semente (TA), e o vigor pelo teste frio (TF) para a testemunha e para a dose de 2,5 g Zn kg⁻¹ de sementes (porcentagem de plântulas normais).

HÍBRIDOS	MASSA (g)	TA (%)	TF (%) ¹	
			0	2,5
Simples	277,72	14,39	84,5 a	31,0 b
Triplo	280,18	13,97	93,0 a	43,5 a
CV (%)	-	-	9,26	
DMS	-	-	9,33	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. ¹ De acordo com o teste de Shapiro-Wilk, os resíduos não seguem distribuição normal ($P(W > W_{\text{calculado}}) > 0,05$). Para o teste de Tukey para esta variável, os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$. As médias apresentadas na tabela são os dados originais.

Tabela 2 – Medidas do tempo médio de germinação (Tm), coeficiente de variação do tempo (CVt), e parâmetros de sincronia e incerteza relacionadas à germinação de sementes de híbridos simples (Tork) e triplo (DW 117) de milho, submetidas aos tratamentos com soluções de ZnSO_4 ¹ (g Zn kg⁻¹ sementes).

Zn ¹	Tm (dias)		CVt (%)		I ¹ (bit)		Z ¹	
	HS	HT	HS	HT	HS	HT	HS	HT
0	3,22 a	3,47 a	13,25 a	14,03 a	0,76 a	0,96 a	0,63 a	0,49 a
2,5	3,37 ab	3,57 a	16,93 a	14,72 a	1,10 ab	0,99 a	0,48 b	0,47 a
10	3,57 ab	3,70 a	20,64 ab	18,77 a	1,26 b	1,27 a	0,44 b	0,43 a
20	4,47 b	4,07 a	28,91 b	20,15 a	1,29 b	1,35 a	0,33 c	0,41 a
CV (%)	13,33		15,08		23,53		30,93	
DMS	0,59		3,27		0,29		0,38	

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelos testes de Tukey a 0,05 de significância; I: Incerteza; Z: Sincronia. CV: Coeficiente de variação da ANOVA. ¹ De acordo com o teste de Shapiro-Wilk, os resíduos não seguem distribuição normal ($P(W > W_{\text{calculado}}) > 0,05$). Para o teste de Tukey para esta variável, os dados foram transformados em $\arcsin \sqrt{x+0,5}$. As médias apresentadas na tabela são os dados originais.

Tabela 3 – Condutividade elétrica da solução e das sementes dos híbridos simples (Tork) e triplo (DW 117), submetidas às soluções de ZnSO_4 ¹.

Tratamentos g Zn kg ⁻¹ sementes	Híbrido Simples		Híbrido Triplo		Médias	
	----- μS cm ⁻¹ g ⁻¹ -----					
0	9,93	± 1,83	6,62	± 2,02	8,28	a
2,5	15,99	± 0,71	8,59	± 5,82	11,79	a
10	37,27	± 9,66	28,18	± 3,67	32,32	b
20	80,65	±11,19	69,74	± 14,69	80,19	c
Médias	47,97 B		35,17 A			
CV (%) = 4,72	DMS = 9,77					

¹ Desvio-padrão referente à média de quatro repetições. Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

CONCLUSÕES

Os dois híbridos apresentaram sintomas de toxidez pela adição de zinco com consequente redução da porcentagem e velocidade de germinação,

tamanho da plântula e da matéria seca, e expressivo aumento de plântulas anormais.

O híbrido triplo se mostrou mais tolerante a adição de sulfato de zinco do que o simples, não apresentando variação no tempo médio, sincronia e incerteza da germinação. Mostrou ainda melhor valor de vigor para o teste de frio quando aplicado a dose de 2,5 g de Zn por kg⁻¹ de sementes, além de melhor qualidade das sementes, devido à menor quantidade de lixiviados pelo teste de condutividade elétrica em todas as doses testadas.

REFERÊNCIAS

- BARROS, A. S. R.; LIMA DIAS, M. C. L.; CICERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina - PR: ABRATES, 1999. cap. 5, p. 1-15.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília - DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CIB - CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Híbridos**. Disponível em: <http://www.cib.org.br>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina - PR: IAPAR, 1995. 43 p.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. 1. ed. Washington: Secretaria Geral da ONU, 1983. 174 p.
- LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A.A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant & Cell Physiology**, v. 19, p. 507-512, 1978.
- MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas - SP: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 541-593.
- MARIANO, M.I.A. **Avaliação qualitativa de sementes de milho durante o beneficiamento, com ênfase para a danificação mecânica**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba - SP 1991.
- MELO, W.M.C.; PINHO, R.G.V.; FERREIRA, D.F. Capacidade combinatória e divergência genética em híbridos comerciais de milho. **Ciência Agrotécnica**, Lavras - MG, v. 25, n. 4, p. 821-830, 2001.

MIRANDA FILHO, J. B.; NASS, L.L. **Hibridação no melhoramento**. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S. de.; VALADARES-INGLIS, M.C. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas, p. 603-627, 2001.

PARDUCCI, S.; SANTOS, O.S.; CAMARGO, R.P. **Micromitrientes Biocrop**. Campinas: Microquímica, 1989. 101 p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Livraria Nobel, 14. ed. Piracicaba - SP, 2000. 477 p.

PRIMACK, R.B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, v. 68, p. 849-862, 1980.

REZENDE, B.L.A.; OHSE, S.; LISIK, D.; OTTO, R.F. Germinação e vigor de sementes de melancia 'Crimson Sweet' tratadas com zinco. **Horticultura brasileira**, v. 27, n.2, p. 1026-1032, 2009. CD ROM.

RIBEIRO, N.D. **Germinação e vigor de sementes de milho tratadas com fontes de zinco e boro**. Santa Maria – RS -UFSM, 1993, 83 p.

RIBEIRO, N.D.; SANTOS, O.S.; MENEZES, N.L. Efeito do tratamento com fontes de zinco e boro na germinação e vigor de sementes de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba - SP, v. 51, n. 3, p. 481-485, 1994.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. **Análise da germinação** – um enfoque estatístico. Brasília - DF: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248 p.

SOUZA, P.M.; BRAGA, M.J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds) **Tecnologia de produção do milho**. 20. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - MG, v. 1, p. 13-53, 2004.

AUTORES

Isabel Cristina Vinhal Freitas⁽¹⁾ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Av. Amazonas, s/n, Bloco 2E, sala 04, Campus Umuarama, Uberlândia-MG, CEP: 38400-902.
isabelvinhal@yahoo.com.br

Jurandir Pereira Segundo⁽²⁾ Estudante de graduação do curso de Agronomia da Fundação Educacional de Ituiutaba (FEIT) - Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG).
jpsegundo06@hotmail.com

Danilo Alves Cabral⁽³⁾ Estudante de graduação do curso de Agronomia, UFU/ICIAG.
daniloac@msn.com