

DANILO TAKARA MARTORELLI

**TESTE DE COMPRIMENTO DAS PLÂNTULAS SOB ESTRESSE HÍDRICO E
TRATAMENTO COM MICRONUTRIENTES NA QUALIDADE DAS
SEMENTES DE MILHO**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2005**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DANILO TAKARA MARTORELLI

**TESTE DE COMPRIMENTO DAS PLÂNTULAS SOB ESTRESSE HÍDRICO E
TRATAMENTO COM MICRONUTRIENTES NA QUALIDADE DAS
SEMENTES DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2005**

DANILO TAKARA MARTORELLI

**ESTE DE COMPRIMENTO DAS PLÂNTULAS SOB ESTRESSE HÍDRICO E
TRATAMENTO COM MICRONUTRIENTES NA QUALIDADE DAS SEMENTES
DE MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em de março de 2005.

Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim

Prof^a. Dr^a. Marlene de Matos Malavasi

Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini
(Orientador)

Dedico este trabalho

Aos meus pais, José Marcelo e Elisabeth, aos meus irmãos, Marcelo, Maurício e Daniela, à minha vida, “Peti”, pelo incentivo, carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Alessandro de Lucca e Braccini, pela orientação, apoio e exemplo de dedicação, competência e profissionalismo.

Ao Professor Dr. Valdecir Antoninho Dalpasquale, pela valorosa contribuição.

Ao Professor Dr. Carlos Alberto Scapim, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade de realização do curso.

Aos funcionários da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelo auxílio e presteza constantes.

Aos funcionários do Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (NUPAGRI), pela colaboração na instalação e condução dos experimentos.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pela amizade e toda contribuição para a realização dos experimentos de campo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, pelos ensinamentos transmitidos.

À Coordenação de Apoio à Formação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que, de alguma forma, incentivaram na realização dessa dissertação.

BIOGRAFIA

DANILO TAKARA MARTORELLI, filho de José Marcelo Luna Martorelli e Elisabeth Takara Martorelli, nascido em 03 de janeiro do ano de 1976, em Lins, São Paulo.

Em março de 2000, graduou-se em Agronomia, pela Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná.

Em março de 2002, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, na Universidade Estadual de Maringá.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO I	7
TESTE DE COMPRIMENTO DAS PLÂNTULAS SOB ESTRESSE HÍDRICO NA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE MILHO	7
Resumo	7
SEEDLING LENGHT TEST UNDER WATER STRESS ON THE EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF CORN SEEDS ...	8
Abstract	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Teste de germinação	13
2.2 Primeira contagem do teste de germinação	14
2.3 Envelhecimento acelerado	14
2.4 Teste de frio sem solo	14
2.5 Condutividade elétrica	15
2.6 Emergência das plântulas em campo	15
2.7 Comprimento das plântulas sob estresse hídrico	16
2.8 Delineamento experimental e análise estatística	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4 CONCLUSÃO	28
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO II	33
TRATAMENTO DAS SEMENTES DE MILHO COM MICRONUTRIENTES E SEU EFEITO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES PRODUZIDAS NO PERÍODO DE SAFRINHA	33

Resumo	33
CORN SEED TREATMENT WITH MICRONUTRIENTS AND ITS EFFECT ON YIELD AND SEEDS PHYSIOLOGICAL QUALITY PRODUCED IN THE LATE SEASON CROP	34
Abstract	34
1 INTRODUÇÃO	35
2 MATERIAL E MÉTODOS	38
2.1 Rendimento de sementes	40
2.2 Massa de mil sementes	41
2.3 Grau de umidade	41
2.4 Teste de germinação	41
2.5 Envelhecimento acelerado	42
2.6 Teste de frio sem solo	42
2.7 Condutividade elétrica	43
2.8 Análise estatística.....	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4 CONCLUSÕES	53
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICES	59
APÊNDICE A	60
APÊNDICE B	61

RESUMO

MARTORELLI, Danilo Takara. Universidade Estadual de Maringá, março de 2005. **Teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico e tratamento com micronutrientes na qualidade das sementes de milho.** Professor Orientador: Dr. Alessandro de Lucca e Braccini. Professores Conselheiros: Dr. Valdecir Antoninho Dalpasquale e Dr. Carlos Alberto Scapim.

Na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e no Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (NUPAGRI), pertencentes à Universidade Estadual de Maringá, foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de verificar a possibilidade da utilização do teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico como alternativa para a avaliação do vigor de sementes de milho, bem como avaliar o efeito da aplicação do fertilizante à base de micronutrientes Stimulus PG[®], via tratamento de sementes, na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes de milho produzidas no período de safrinha. No primeiro experimento, sementes de milho provenientes de cinco lotes comerciais foram avaliadas por meio dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, frio sem solo, condutividade elétrica, emergência das plântulas em campo e comprimento das plântulas sob estresse hídrico, utilizando diferentes níveis de potencial osmótico (0; -0,1; -0,3; -0,6 e -0,9MPa) em solução de manitol. Os resultados obtidos permitiram concluir que o teste de comprimento das plântulas, sob estresse hídrico no nível de -0,9Mpa, apresentou resultados comparáveis e correlação significativa ($p < 0,05$) com a emergência das plântulas em campo. O teste de frio modificado, além de não apresentar resultados satisfatórios na avaliação do potencial fisiológico das sementes, demonstrou baixa correlação com os demais testes. O envelhecimento acelerado se correlacionou com todos os níveis de potencial osmótico, inclusive com a emergência em campo. No segundo experimento, foram utilizadas sementes de cinco híbridos comerciais de milho (AG-9010, BALU-184, AS-32, CD-304 e FORT), as quais foram tratadas com Stimulus PG[®] (20,0% de Zn; 3,0% de Bo; 1,0% de Mg e 1,0% de Mo), na dose de 200 g para cada 100 kg de sementes, as quais foram,

posteriormente, semeadas. Os tratamentos foram arranjos no esquema de parcelas subdivididas, em que as sementes tratadas e não tratadas constituíram as subparcelas e os híbridos de milho. As características avaliadas no campo foram o rendimento de sementes, a massa de mil sementes, o grau de umidade. A qualidade das sementes foi avaliada por meio dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, frio sem solo e condutividade elétrica. Por meio dos resultados obtidos, verificou-se que não houve efeito significativo do tratamento com micronutrientes na produtividade e na massa de mil sementes de todos os híbridos testados. Todavia, houve aumento na germinação e no vigor das sementes com aplicação do fertilizante, sendo este resultado variável em função do híbrido avaliado e do teste empregado.

Palavras-chave: *Zea mays* L., sementes, qualidade, estresse hídrico, fertilizante.

ABSTRACT

MARTORELLI, Danilo Takara. State University of Maringá, March, 2005. **Seedlings length test under water stress and micronutrient treatment on corn seed quality**. Adviser: Dr. Alessandro de Lucca e Braccini. Committee Members: Dr. Valdecir Antoninho Dalpasquale and Dr. Carlos Alberto Scapim.

Two experiments were carried out with the purpose of verifying the possibility of the use of the seedlings length test under water stress as an alternative for the evaluation of corn seed vigor, as well as to evaluate the effect of the application of the micronutrients fertilizer Stimulus PG[®], via seed treatment, in the yield and physiological quality of corn seed produced in the late season crop. In the first experiment corn seeds from five commercial lots were evaluated by means of the tests of germination (first counting and final counting), accelerated aging, modified cold, electrical conductivity, seedling emergence in field and seedling length under water stress, using different levels of osmotic potential (0; -0.1; -0.3; -0.6 and -0.9MPa) in mannitol solution. The results obtained allowed to conclude that the seedling length test under water stress in the level of -0,9MPa presented comparable results and significant correlation ($p < 0,05$) with the emergence in field. The modified cold test, in addition to not presenting satisfactory results in the evaluation of the physiological potential of corn seeds, demonstrated low correlation with other tests. The accelerated aging test correlated with all the osmotic potential levels, and also with the emergence in field. In the second experiment, seeds of five commercial hybrids of corn (AG-9010, BALU-184, AS-32, CD-304 and FORT) were treated with Stimulus PG[®] (20.0% of Zn; 3.0% of Bo; 1.0% of Mg and 1.0% of Mo) at the dose of 200 g/100 kg of seeds, and later sowed. The treatments were arranged in a subplot design, where the treated and non-treated seeds were the subplots and the corn hybrids were the plots. The evaluated characteristics in the field were seed yield, one-thousand seeds mass and seed moisture content. The physiological quality of the corn seeds was evaluated by means of the germination test (first counting and final counting), accelerated aging, modified cold test and electrical conductivity. Through the results obtained it was verified that micronutrients

treatment did not have a significant effect either on the yield or the one-thousand seeds mass of any of the evaluated corn hybrids. However, the fertilizer application via seed treatment increased seed germination and vigor, this result varying as a function of the evaluated corn hybrid and the test employed.

Keywords: *Zea mays* L., seeds, quality, water stress, fertilizer.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado em todos os Estados do Brasil e em quase todas as propriedades agrícolas, além de estar presente em todas as cadeias produtivas animais. Segundo Duarte (2003) é uma das culturas mais antigas conhecidas no mundo, cultivada há pelo menos 5.000 anos, e provavelmente a de maior importância econômica e social em nível mundial, dentre as espécies originárias das Américas. Há indicações que sua origem tenha sido no México, América Central ou sudoeste dos Estados Unidos. Logo depois do descobrimento da América, a cultura foi levada para a Europa, onde era cultivada em jardins, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Passou, então, a ser semeada em escala comercial e espalhou-se desde a latitude de 58° norte (União Soviética) até 40° sul (Argentina).

O milho constitui um dos principais insumos para o segmento produtivo, sendo utilizado na suinocultura, na avicultura e na bovinocultura de leite, tanto na forma *in natura*, como na forma de farelo, de ração ou de silagem. Na alimentação humana, o milho é comumente empregado na forma *in natura*, como milho verde, e na forma de subprodutos, como pão, farinha e massas. Na indústria, o milho é empregado como matéria-prima para a produção de amido, óleo, farinha, glicose, produtos químicos, rações animais, na elaboração de formulações alimentícias, entre outras utilidades. Para o futuro, a tendência é abrir cada vez mais o leque de novas aplicações para o amido de milho e seus derivados (PINAZZA, 1993).

Em termos de área semeada e de produção de grãos, o milho é o segundo cereal de maior importância no Brasil. Dentro da evolução mundial de produção de milho, o Brasil tem se destacado como terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (DUARTE, 2003). De acordo com as estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento para a safra de verão 2003/2004, a produção de milho representou cerca de 27,2% da produção total de grãos, ocupando 19,9% da área total destinada à produção de culturas, enquanto que para a segunda safra (safrinha) a produção de milho

representou cerca de 8,4% da produção total de grãos, ocupando 7,1% da área total destinada às culturas agrícolas.

O Estado do Paraná é o maior produtor de milho do país, com mais de 11 milhões de toneladas (1^a e 2^a safras). Tanto na primeira safra (safra de verão) quanto na segunda safra (safrinha), o Paraná teve a maior produção nos últimos três anos agrícolas (2001/02, 2002/03 e 2003/04). O Estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor na primeira safra, enquanto que Mato Grosso é o segundo maior produtor na segunda safra. Na região Centro-Sul do Brasil, os níveis de produtividade média por Estados são melhores. Destaca-se o Estado de Goiás que, nos últimos sete anos (1998 a 2004), teve produtividades médias altas, superiores aos Estados da região sul (CONAB, 2004).

A segunda safra de milho foi introduzida pelos agricultores com o objetivo de se ter mais uma opção de cultivo para o período de outono-inverno. O milho safrinha tem sido utilizado pelos agricultores paranaenses com o objetivo de aumentar a sua renda, uma vez que é possível o cultivo de duas safras de bom retorno econômico no mesmo período em que anteriormente era destinado a apenas uma cultura de verão (ZOTARELLI; BRACCINI, 2002). Esta cultura é semeada no final da época de verão, tendo sua produtividade bastante afetada pelo regime de chuvas e por fortes limitações de radiação solar e temperatura na fase final de seu ciclo (SANS et al., 2001). Na safrinha, além do potencial de produção ser reduzido, há alto risco de frustração das safras, baixo investimento na cultura e, conseqüentemente, baixa produtividade. Atualmente, a safrinha com cerca de três milhões de hectares cultivados no Estado com a cultura do milho já pode ser considerada uma safra normal que supera a área que recebe trigo no inverno (CONAB, 2004).

Considerando que o desenvolvimento do milho é influenciado por diversos fatores ambientais, a precipitação pluvial exerce influência decisiva sobre a produção e a qualidade das sementes. Segundo Dasberg e Mendel (1971) e Hadas e Russ (1974) a disponibilidade hídrica e o movimento de água para as sementes são muito importantes para a ocorrência da germinação, crescimento inicial do sistema radicular e emergência das plântulas. A disponibilidade insuficiente de água no solo é considerada uma das causas

mais comuns da baixa germinação e emergência de plântulas de milho no Brasil.

Alguns agentes osmóticos, como Manitol e PEG (polietileno glicol), têm sido comumente utilizados em laboratório para induzir estresse hídrico nas sementes, considerando que são compostos químicos inertes e não tóxicos. Apesar disso, há evidências sugerindo que alguns agentes de baixo peso molecular, como o manitol, podem ser absorvidos e metabolizados pelas sementes durante o processo germinativo e causar problemas de toxidez (PARMAR; MOORE, 1966).

Braccini et al. (1998), avaliando o efeito do potencial hídrico, induzido por polietileno glicol, nas sementes de quatro cultivares de soja, verificaram que a utilização de substrato umedecido com determinada concentração de uma solução osmótica permitiu discriminar os genótipos quanto à qualidade fisiológica das sementes, a medida em que os níveis de potencial hídrico foram reduzidos. De acordo com esses autores, o vigor das sementes foi mais afetado que a germinação, quando as sementes foram submetidas ao mesmo grau de déficit hídrico e que as sementes das cultivares, com melhor qualidade fisiológica, apresentaram desempenho satisfatório até o nível de potencial osmótico de $-0,3\text{MPa}$, enquanto que as da cultivar de pior qualidade fisiológica apresentou desempenho satisfatório até o nível de $-0,1\text{MPa}$.

Peluzio et al. (1993), avaliando o efeito do potencial osmótico, induzido por manitol, na germinação e vigor de lotes comerciais de cenoura, verificaram que potenciais osmóticos mais negativos acarretaram em redução na germinação e no vigor das sementes, sendo que os valores menores do que $-0,5\text{MPa}$ limitaram a germinação.

Segundo Piana e Silva (1995), o teste de estresse hídrico sob $-3,0\text{atm}$ tem sido indicado para avaliar o vigor de sementes de cebola. Este teste apresentou alta correlação com a emergência das plântulas em campo e com o teste de frio com solo. Contudo, Santos et al. (1996) questionaram a utilização do estresse hídrico na avaliação do vigor de sementes de soja. Segundo estes autores, o estresse osmótico induzido por manitol apresentou discriminação entre os genótipos quanto à qualidade fisiológica das sementes, somente quando se retardou a colheita em 30 dias.

As práticas culturais também influenciam a quantidade e a qualidade da produção, sendo o tratamento de sementes de fundamental importância neste processo. O tratamento de sementes é uma alternativa para a aplicação de alguns micronutrientes, representando menores custos para aplicação, maior uniformidade de distribuição (PARDUCCI et al., 1989) e bom aproveitamento pela planta (LUCHESE et al., 2004), sendo uma prática fácil e eficaz de adubação (VIDOR; PEREZ, 1988). O próprio termo micronutrientes pode sugerir menor grau de importância, mas todos os elementos são essenciais para o desenvolvimento e a reprodução das plantas, sendo que a deficiência de qualquer um deles pode resultar em perdas significativas de produção (BARBOSA FILHO et al., 2001).

Dessa forma, os objetivos do presente trabalho foram: 1) verificar a possibilidade da utilização do teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico como alternativa para a avaliação do vigor de sementes de milho, bem como verificar sua correlação com a emergência das plântulas em campo; 2) avaliar o efeito da aplicação do fertilizante à base de micronutrientes Stimulus PG[®], via tratamento de sementes, na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes de milho produzidas no período de safrinha.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA FILHO, M. P.; CANTARELLA, H.; WIETHÖLTER, S. Arroz, milho e trigo. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; VAN RAIJ, B.; ABREU, C. A. (ed.). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 285-318.

BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; ROCHA, V. S. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 33, n. 9, p. 1451-1459, 1998.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Safras 1990/91 a 2003/04 - Séries históricas*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/safras.asp>>. Acesso em: 15 dez. 2004.

DASBERG, S.; MENDEL, K. The effect of soil water and aeration of seed germination. *Journal of Experimental Botany*, v. 22, n. 73, p. 992-998, 1971.

DUARTE, J. O. Importância econômica: introdução e importância econômica do milho. 2003. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/importancia.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2004.

HADAS, A.; RUSS, D. Water uptake by seeds as affected by water stress, capillary conductivity, and seed-soil water contact. *Agronomy Journal*, Madison, v. 66, n. 5, p. 643-52, 1974.

LUCHESE, A. V.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; LUCHESE, E. D.; BRACCINI, M. do C. L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 24, n. 6, p. 1949-1952, 2004.

PARDUCCI, S.; SANTOS, A. S.; CAMARGO, R. P. *Micronutrientes*. Campinas: Microquímica, 1989. 101p.

PARMAR, M. T.; MOORE, R. P. Effect of simulated drought by polyethylene glycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development. *Agronomy Journal*, Madison, v. 58, n. 4, p. 391-392, 1966.

PELUZIO, L. E.; VIEGAS, P. R. A.; RUIZ, H. A.; PELUZIO, J. B. E. Efeito do estresse hídrico induzido por soluções de manitol sobre a germinação e vigor de sementes de cenoura (*Daucus carota*). *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 3, n. 3, p. 30, 1993.

PIANA, Z.; SILVA, W. R. Respostas de sementes de milho, com diferentes níveis de vigor, à disponibilidade hídrica. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 5, n. 2, p. 144, 1995.

PINAZZA, L. A. Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO MILHO E DO SORGO, 1., 1990. Vitória. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e de Fosfato, 1993. p. 1-10.

SANS, L. M. A.; MORAIS, A. V. C.; GUIMARÃES, D. P. Zoneamento agrícola: época de plantio do milho. 2001. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/zoneamen.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2004.

SANTOS, V. L. M.; SILVA, R. F.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A. A. A utilização do estresse osmótico na avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 18, n. 1, p. 83-87, 1996.

VIDOR, C.; PERES, J. R. R. Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto. In: BORKET, C. M.; LANTMANN, A. F. (Ed.). *Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira*. Londrina: Embrapa-CNPSO/SBCS, 1988. p. 197-204.

ZOTARELLI, L.; BRACCINI, A. L. *Sucessão soja-milho safrinha*. Maringá: EDUEM, jan. 2002. (Apontamentos, n. 108, 27p.)

CAPÍTULO I

TESTE DE COMPRIMENTO DAS PLÂNTULAS SOB ESTRESSE HÍDRICO NA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DAS SEMENTES DE MILHO

RESUMO. A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é rotineiramente realizada pelo teste de germinação. Contudo, os testes de vigor podem ser utilizados na complementação dos resultados dessa análise, com a finalidade de identificar lotes que possuam melhor desempenho no campo. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho e verificar sua relação com a emergência das plântulas em campo. Para isso, sementes de milho provenientes de cinco lotes comerciais foram avaliadas por meio dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, frio sem solo, condutividade elétrica, emergência das plântulas em campo e comprimento das plântulas sob estresse hídrico, utilizando diferentes níveis de potencial osmótico (0; -0,1; -0,3; -0,6 e -0,9MPa) em solução de manitol. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Posteriormente, foram calculados os coeficientes de correlação simples de Pearson (r) para todas as combinações. O teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico no nível de -0,9MPa apresentou resultados comparáveis e correlação significativa ($p < 0,05$) com a emergência das plântulas em campo. O teste de frio modificado, além de não apresentar resultados satisfatórios na avaliação do potencial fisiológico das sementes, demonstrou baixa correlação com os demais testes. O envelhecimento acelerado se correlacionou com todos os níveis de potencial osmótico, inclusive com a emergência em campo.

Palavras-chave: *Zea mays* L., germinação, vigor, potencial osmótico.

SEEDLING LENGTH TEST UNDER WATER STRESS ON THE EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF CORN SEEDS

ABSTRACT. The evaluation of the physiological quality of seeds is routinely carried out through the germination test. However, vigor tests can be used as a complement of the results of this analysis, with the purpose of identifying seed lots that show a better performance in the field. In this way, the present work had the aim of evaluating the efficiency of the seedling length test under water stress on the evaluation of the physiological potential of corn seeds and to verify its relation to the seedling emergence in the field. Corn seeds proceeding from five commercial lots were evaluated by means of the tests of germination (first counting and final counting), accelerated aging, modified cold, electrical conductivity, seedling emergence in the field and seedling length under water stress, using different levels of osmotic potential (0; -0.1; -0.3; -0.6 and -0.9MPa) in mannitol solution. The data were subjected to variance analysis and the means were compared through the Scott-Knott grouping criterion, at a probability level of 5%. Later, the Pearson's simple correlation coefficients (r) were calculated for all combinations of tests. The seedling length test under water stress at the level of -0,9MPa presented comparable results and a significant correlation ($p < 0,05$) with the emergence in field. The modified cold test, in addition to not yielding satisfactory results in the evaluation of the physiological potential of corn seeds, demonstrated a low correlation with the other tests. The accelerated aging test correlated with all the osmotic potential levels, and also with the emergence in field.

Keywords: *Zea mays* L., germination, vigor, osmotic potential.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica das sementes é de suma importância para o sucesso de um bom empreendimento agrícola. O vigor e a viabilidade estão relacionados ao potencial genético da semente, podendo ser reduzidos por diversos fatores, entre os quais as condições climáticas durante o período de desenvolvimento, os métodos de colheita, secagem e processamento.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é realizada principalmente pelo teste de germinação. Este teste proporciona uma estimativa da qualidade do lote de sementes sob condições ideais. No entanto, Byrum e Copeland (1995) questionam a validade deste teste para prever o comportamento das sementes, no campo, onde as condições ideais do ambiente dificilmente ocorrem, estando as sementes sujeitas às situações adversas, de forma que a porcentagem de emergência de plântulas no campo é geralmente menor que a obtida no teste de germinação.

A constatação da inadequação do teste de germinação para estimar a emergência das plântulas em campo, sob condições adversas do ambiente, estimulou o desenvolvimento de conceitos de vigor, que compreende o somatório de atributos que confere à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais (MARCOS FILHO, 1999). Novos testes foram desenvolvidos para aumentar a eficiência da avaliação da qualidade das sementes (McDONALD JUNIOR; WILSON, 1979).

Os testes de vigor têm como objetivos básicos avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica dos lotes com germinação semelhante, distinguir lotes de elevado com os de baixo vigor e separar lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional ao comportamento quanto à emergência das plântulas, resistência ao transporte e potencial de armazenamento (MARCOS FILHO, 1999). De acordo com Marcos Filho (1999), os testes de vigor têm sido amplamente utilizados nos programas de controle de qualidade da semente, permitindo avaliá-la em cada etapa da produção, fornecendo parâmetros para estabelecer procedimentos que resultem na

produção de sementes de alta qualidade. A escolha desses métodos de avaliação deve observar o atendimento dos quesitos de rapidez, objetividade, simplicidade, economia e reprodutibilidade, além de permitir a interseção dos dados obtidos em diferentes testes (CALIARI; SILVA, 2001). O uso de diversos testes ganha importância na medida em que, dependendo dos métodos utilizados, as informações obtidas podem ser distintas entre si (GRABE, 1976; MARCOS FILHO et al., 1984).

Diversos testes de vigor estão sendo executados, procurando comparar, com precisão, o comportamento de lotes de sementes em laboratório e no campo, por exemplo, o teste de frio para sementes de milho (CICERO; VIEIRA, 1994), o teste de envelhecimento acelerado para soja (VIEIRA et al., 1994) e o teste de condutividade elétrica para ervilha (CALIARI; MARCOS FILHO, 1990; BLANDON; BIDDLE, 1992).

De acordo com Nakagawa (1999), o teste de primeira contagem é utilizado como um teste de vigor, avaliando a percentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem do teste de germinação na amostra em análise. Assim, as amostras que apresentam maior percentagem de plântulas normais (germinação) na primeira contagem são as mais vigorosas.

Um dos testes mais utilizados para a avaliação do vigor é o de envelhecimento acelerado (FERGUSON-SPEARS, 1995), que se baseia no aumento da deterioração das sementes, quando expostas condições adversas de alta temperatura e alta umidade relativa. Sob essas condições, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as sementes mais vigorosas; portanto, as sementes mais vigorosas geralmente são menos afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, após serem submetidas ao “envelhecimento”. Este teste tem sido indicado para determinar o potencial de armazenamento das sementes e de emergência das plântulas em campo (BARROS et al., 2002).

O teste de frio é, provavelmente, o método mais utilizado para avaliar o vigor de sementes de milho. Embora existam diversos trabalhos empregando este teste para avaliação da qualidade fisiológica com sementes de outras espécies, os estudos com relação aos aspectos metodológicos e sua utilização se concentram com as sementes de milho (BARROS et al., 1999). O princípio

básico desse teste, segundo Cicero e Vieira (1994), é a exposição das sementes às condições adversas no campo, tais como baixa temperatura, alta umidade do solo e atividade microbiana no início de estabelecimento da cultura. Nessas condições, as chances de sobrevivência das sementes vigorosas são maiores.

O teste de emergência das plântulas em campo, também denominado por alguns autores de população inicial ou estande inicial, visa determinar o vigor do lote de sementes, avaliando a porcentagem de emergência de plântulas em condições de campo. Assim, os lotes que apresentam um maior percentual de sementes em condições de germinar e originar plântulas com capacidade de emergir do solo, em condições não controladas de campo, são os mais vigorosos (NAKAGAWA, 1994).

O teste de condutividade elétrica é um método rápido e prático de determinar o vigor das sementes. Isto é realizado avaliando a quantidade de lixiviados (açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, proteínas, fosfatos e íons Ca^{++} , K^+ , Mg^{++} e Na^+) liberados internamente da semente para a solução de embebição, em função do grau de deterioração em que ela se encontra, inferindo sobre o nível de vigor daquela semente ou do lote ou, pelo menos, sobre o possível uso e manejo das mesmas. Quanto maior o valor da condutividade menor será o vigor do lote de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Segundo Rodo et al. (1998), quanto maior o conteúdo de exsudatos lixiviados pelas sementes, maior é o grau de deterioração de suas membranas e, conseqüentemente, menor será a porcentagem de emergência das plântulas.

Outro teste utilizado para determinar o vigor do lote de sementes é o comprimento das plântulas, o qual avalia o comprimento médio das plântulas normais ou de uma de suas partes (raiz primária, hipocótilo, epicótilo, plúmula), quando colocadas para germinar sob condições controladas de ambiente em laboratório. Assim, os lotes que apresentam os maiores valores médios nesse teste são os mais vigorosos (NAKAGAWA, 1999).

Dentre os vários procedimentos utilizados na determinação do vigor, umas das alternativas seria submeter sementes ao estresse osmótico em condições de laboratório, uma vez que sementes com maior vigor serão mais

tolerantes às condições de estresse criadas no substrato (SANTOS et al., 1996).

El-Sharkawi e Springuel (1977) observaram que a taxa de germinação e de emergência, tanto da raiz primária, como da plúmula são reduzidas, em condições de estresse de água. Emmerich e Hardegree (1991) e Germu e Naylor (1991) mencionam que, de maneira geral, a redução progressiva do potencial hídrico do substrato provoca decréscimo no comprimento das plântulas e na porcentagem de germinação. Silva (1989) observou que a baixa disponibilidade de água reduziu o comprimento das plântulas de milho. De acordo com Matthews e Powell (1986), em termos gerais, menor qualidade fisiológica tem sido associada aos piores desempenhos nessa condição.

Em laboratório, situações de seca podem ser simuladas por soluções de PEG (polietileno glicol) ou de manitol de baixos potenciais hídricos (SANTOS et al., 1992). Segundo Parmar e Moore (1966), manitol e PEG têm sido comumente utilizados como agentes osmóticos para simular condições de déficit hídrico porque são compostos quimicamente inertes e não tóxicos.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi verificar a possibilidade da utilização do teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico como alternativa para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de milho, bem como verificar sua correlação com a emergência das plântulas em campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes, situado no Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (NUPAGRI) e na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), ambos pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá. Foram utilizadas sementes de milho provenientes de cinco lotes comerciais, em que cada lote constituiu-se de um híbrido. Os híbridos utilizados nesse experimento foram: AG-9010, BALU-184, AS-32, CD-304 e FORT, denominados lotes 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. A avaliação da qualidade fisiológica das sementes de milho foi realizada pelo teste de germinação (primeira contagem e contagem final), envelhecimento acelerado, frio modificado, condutividade elétrica, emergência das plântulas em campo e comprimento das plântulas sob estresse hídrico, utilizando diferentes níveis de potencial osmótico (0; -0,1; -0,3; -0,6 e -0,9MPa) em solução de manitol. Os referidos testes são descritos a seguir.

2.1 Teste de germinação

Este teste foi conduzido com dezesseis repetições de 50 sementes para cada lote, sendo colocadas para germinar entre três folhas de papel-toalha embebidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos, e levados para um germinador do tipo “Mangelsdorf”, regulado para manter constante a temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas aos quatro (primeira contagem) e sete dias (contagem final), computando-se a porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

2.2 Primeira contagem do teste de germinação

Efetuada em conjunto com o teste de geminação, utilizando-se a mesma metodologia, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quarto dia após a semeadura (BRASIL, 1992).

2.3 Envelhecimento acelerado

Este teste foi realizado com dezesseis repetições de 50 sementes para cada lote. Para a execução do teste foram utilizadas caixas plásticas do tipo “gerbox”, adaptadas com tela de aço inox. No seu interior, abaixo da tela, adicionaram-se 40mL de água destilada para formar uma câmara úmida e, sobre a tela, distribuíram-se as sementes em camada única, ficando a distância de aproximadamente 2cm do nível superior da lâmina de água. Em seguida, as caixas foram fechadas, lacradas com fita crepe e mantidas em uma estufa incubadora do tipo B.O.D., regulada para manter constante a temperatura de 41°C, por um período de 96 horas. Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação, conforme descrito anteriormente, e a avaliação realizada ao final do quarto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais (MARCOS FILHO, 1999).

2.4 Teste de frio sem solo

O referido teste foi conduzido com dezesseis repetições de 50 sementes para cada lote. Como substrato, foram utilizadas três folhas de papel toalha, umedecidas com água destilada. Após a semeadura, foram confeccionados rolos, sendo estes envoltos por sacos plásticos lacrados com fitas adesivas, permanecendo nesta condição por um período de sete dias em uma câmara de germinação do tipo B.O.D, regulada à temperatura constante de 10°C. Em seguida, os rolos foram levados para um germinador regulado para manter constante a temperatura de 25°C, durante quatro dias, procedendo-se, em seguida, a avaliação (BARROS et al., 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, obtidas na data de

avaliação, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (BRASIL, 1992).

2.5 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi avaliada utilizando-se dezesseis repetições de 50 sementes para cada lote. Inicialmente, as sementes foram pesadas, eliminando-se aquelas trincadas e/ou com fraturas visíveis, mesmo as superficiais. Posteriormente, as sementes foram pesadas e colocadas em copos plásticos, contendo 75mL de água deionizada, sendo, então, levadas para uma estufa incubadora regulada à temperatura de 25°C, por um período de 24 horas. Ao final desse período, efetuou-se a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição, utilizando-se um condutivímetro microprocessado digital de bancada, modelo ACA 150, da marca Alpax. Previamente à leitura, a solução de embebição foi levemente agitada com a ajuda de um bastão de vidro. O eletrodo do aparelho foi lavado em água desmineralizada e seco com papel toalha antes de cada medição. O valor indicado pelo aparelho foi anotado e dividido pelo peso obtido de cada repetição. Desse modo, o resultado obtido foi expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

2.6 Emergência das plântulas em campo

Nesta avaliação, utilizaram-se quatro sub-amostras de 100 sementes para cada lote e repetição de campo, distribuídas em sulcos com 1,0m de comprimento. A profundidade de instalação foi de, aproximadamente, 3,0cm e o espaçamento entre linhas de 0,5m. A leitura foi feita aos 21 dias após a semeadura, computando-se as plântulas emergidas (NAKAGAWA, 1994). O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO Eutroférico de textura arenosa (EMBRAPA, 1999), localizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), região noroeste do Estado do Paraná. A área está situada a aproximadamente 52°03'54" de longitude oeste de Greenwich e 23°22'12" de latitude sul, com altitude média de 430 metros. Os dados climáticos referentes ao período de duração do teste estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Dados climáticos de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa do ar, no período de condução do teste de emergência das plântulas em campo (Maringá, PR - 2003).

Mês	Dia	Temperatura		Umidade Relativa (%)	Precipitação Pluvial (mm)
		Máxima (°C)	Mínima (°C)		
agosto	22	29,0	18,0	46,5	0,0
	23	29,0	19,0	39,8	0,0
	24	30,0	10,0	71,9	3,6
	25	18,0	6,0	65,8	0,0
	26	21,0	8,0	57,7	0,0
	27	21,0	8,0	59,9	0,0
	28	21,0	6,0	66,8	0,0
	29	19,0	9,0	67,9	0,0
	30	22,0	10,0	66,8	0,0
	31	22,0	11,0	61,8	0,0
	setembro	1	24,0	14,0	53,5
2		27,0	15,0	45,7	0,0
3		29,0	13,0	46,3	0,0
4		28,0	12,0	46,8	0,0
5		28,0	15,0	46,3	0,0
6		30,0	18,0	43,7	0,0
7		31,0	20,0	36,4	0,0
8		28,0	17,0	94,9	16,8
9		17,0	16,0	94,9	8,6
10		19,0	11,0	94,3	17,0
11		12,0	5,0	60,1	3,0

Fonte: Laboratório de Sementes – Fazenda Experimental de Iguatemi.

2.7 Comprimento das plântulas sob estresse hídrico

Este teste foi conduzido com os níveis de potencial osmótico de 0 (controle); -0,1; -0,3; -0,6 e -0,9MPa, obtidos em soluções aquosas de manitol. As concentrações de manitol utilizadas para obtenção dos diferentes níveis de potencial osmótico foram calculadas pela fórmula de Van't Hoff (HILLEL, 1971), ou seja:

$$\Psi_{os} = -RTC, \text{ em que:}$$

Ψ_{os} = potencial osmótico (atm);

C = concentração (mol L⁻¹);

T = temperatura (°K);

R = constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm L⁻¹ mol⁻¹ °K⁻¹).

As concentrações de manitol, em gramas por litro de água destilada, utilizadas para obter cada tratamento, encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2 – Concentrações de manitol utilizadas para obter os diferentes níveis de potencial osmótico.

Potencial osmótico (MPa) ¹	Concentração (g manitol L ⁻¹ água)
0	0
-0,1	7,28
-0,3	22,22
-0,6	44,15
-0,9	66,22

¹1 MPa = 9,87 atm = 10 bar

Foram utilizadas dezesseis repetições de 20 sementes para cada lote, distribuídas entre três folhas de papel toalha (embebidas com as soluções de manitol, nos diferentes níveis de potencial osmótico para se obter as tensões de água desejada no umedecimento do papel) e semeadas equidistantes sobre um traço horizontal demarcado no limite do terço superior, sendo posteriormente confeccionados rolos. Estes foram embalados em sacos plásticos de coloração preta com a finalidade de manter constante a umidade no seu interior, bem como eliminar o efeito da luminosidade, sendo levados para um germinador tipo Mangelsdorf, onde permaneceram à temperatura constante de 25°C, por um período de sete dias. A quantidade da solução aplicada no substrato foi equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco (TORRES, 1998). O comprimento das plântulas consideradas normais (BRASIL, 1992) foi determinado ao final do sétimo dia, com o auxílio de régua milimetrada, e os resultados expressos em centímetros.

2.8 Delineamento experimental e análise estatística

Para os testes em laboratório, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com dezesseis repetições e para o teste de emergência das plântulas em campo utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo método de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade. Calcularam-se os coeficientes de correlação simples de Pearson (r) para todas as combinações entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica das sementes, enquanto que a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t , a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climáticos de temperatura mínima, máxima e precipitação pluviométrica diária, coletados durante a condução do teste de emergência das plântulas em campo e apresentados no Quadro 1, indicaram que a umidade relativa manteve-se relativamente alta, com mínima de 36,4% e máxima de 94,9%, oscilando diariamente, enquanto que a temperatura do ar oscilou entre 5 e 31°C. A ocorrência de precipitação foi relativamente baixa, com um total de 49 mm; sendo que no mês de agosto, a precipitação foi de apenas 3,6mm, bem inferior àquela registrada no mês seguinte que foi de 45,4mm. Estes dados podem ter influenciado diretamente nos resultados do teste de emergência das plântulas no campo (Quadro 3), os quais demonstraram que o lote 1 apresentou maior emergência; enquanto que a emergência das plântulas dos lotes 2, 3 e 4 foi intermediária e o lote 5 foi o que apresentou pior emergência das plântulas em campo. A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições é definida como a manifestação de seu vigor, dependendo, entre outros fatores, das condições ambientais encontradas no local onde foi semeada. Secas periódicas, como foi observada durante o período de condução do teste, podem ser observadas no campo e a semente deverá ser vigorosa para que seja competitiva (KHAN, 1977 apud PEREZ; TAMBELINI, 1995).

Pelos resultados do teste de germinação (Quadro 3), os lotes 1, 4 e 5 apresentaram maior porcentagem de germinação, ou seja, foram os lotes que apresentaram melhor qualidade fisiológica, enquanto que os lotes 2 e 3 apresentaram menor porcentagem de germinação no referido teste, sendo considerados os de qualidade fisiológica inferior; estes resultados não estão de acordo com os obtidos para a emergência das plântulas no campo, o que já era esperado, haja vista que o teste de germinação não tem sido adequado para expressar o real comportamento das sementes em condição de campo, muito embora seja considerado um teste imprescindível na fiscalização do comércio de sementes (McDONALD, 1993). Estes dados concordam com os de Popinigis (1985), quando afirma que a germinação obtida em laboratório é geralmente superior a do teste de emergência das plântulas em campo.

Quadro 3 – Plântulas normais obtidas na primeira contagem e contagem final do teste de germinação, de envelhecimento acelerado, de frio modificado, de emergência das plântulas em campo e condutividade elétrica, em cinco lotes de sementes de milho. Maringá - PR, Safra 2003.

Lote/Híbrido ¹	Teste de germinação					Condutividade elétrica $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$
	Primeira contagem	Contagem final	Envelhecimento acelerado	Teste de frio modificado	Emergência das plântulas em campo	
	----- % -----					
1 (AG-9010)	87,88 A	93,25 A	61,88 A	84,25 A	72,40 A	14,88 B
2 (BALU-184)	77,75 B	86,75 B	63,63 A	85,38 A	59,25 B	13,27 B
3 (AS-32)	76,88 B	86,13 B	65,50 A	83,88 A	63,35 B	27,39 A
4 (CD-304)	77,50 B	90,25 A	62,38 A	77,88 B	59,05 B	15,25 B
5 (FORTE)	79,25 B	92,25 A	33,75 B	81,63 A	36,30 C	14,26 B
Média	79,85	89,73	57,43	82,60	58,07	17,01
C.V.	5,34	4,51	6,76	5,94	7,83	23,61

¹ Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Na primeira contagem de germinação (Quadro 3), o lote 1 obteve maior porcentagem de plântulas normais, enquanto que os lotes 2, 3, 4 e 5 apresentaram a menor porcentagem. A primeira contagem do teste de germinação apresentou resultados semelhantes aos obtidos pelo teste de emergência das plântulas em campo.

A avaliação do teste de envelhecimento acelerado (Quadro 3) destacou os lotes 1, 2, 3 e 4 como os mais vigorosos e o lote 5 como o menor vigor. Estes resultados estão de acordo com o teste de emergência das plântulas em campo, em que o lote 5 apresentou um potencial fisiológico significativamente inferior aos demais lotes.

No teste de frio sem solo (Quadro 3), os lotes 1, 2, 3 e 5 apresentaram maior porcentagem de plântulas normais, sendo os mais vigorosos; enquanto que o lote 4 apresentou menor porcentagem de plântulas normais no referido teste, sendo o de menor potencial fisiológico. O teste de frio é considerado pela Internacional Seed Testing Association (ISTA, 1981) e Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) como um dos mais importantes na avaliação da qualidade de sementes de milho. Segundo Grabe (1976), os lotes de qualidade adequada devem apresentar, no mínimo, 70 a 80% de plântulas normais como resultado do teste de frio; valores estes observados em todos os lotes. Schuab (2003) verificou que o teste de frio modificado não apresentou resultados consistentes, não sendo, portanto, confiável na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja.

O teste de condutividade elétrica (Quadro 3) indicou o lote 3 como o que lixiviou mais solutos, constituindo-se como de baixa qualidade fisiológica; por outro lado, os lotes 1, 2, 4, 5 apresentaram menor taxa de lixiviação de solutos, revelando serem lotes de melhor qualidade fisiológica. De acordo com Dias e Marcos Filho (1996), os maiores valores de lixiviação de solutos correspondem às menores porcentagens de plântulas normais como resultado desse teste, o que não foi verificado para o lote 2, com relação aos resultados obtidos no teste de germinação. Dessa forma, o teste de condutividade elétrica apresentou sensibilidade variável ao diferenciar a qualidade fisiológica dos diferentes lotes avaliados de milho. As mesmas informações não foram obtidas por Schuab (2003), em que esta autora verificou que o teste de condutividade elétrica foi suficiente para diferenciar a qualidade fisiológica de dez genótipos de soja e que os resultados do referido teste concordou com os resultados

obtidos nos testes de emergência em campo e de germinação (primeira contagem e contagem final). Resultados semelhantes foram obtidos por Ávila (2003), porém trabalhando com diferentes lotes de sementes de canola.

Observando os resultados dos valores médios do comprimento total das plântulas para os diferentes lotes de sementes de milho, em cada nível de potencial osmótico (Quadro 4), constatou-se que, quando as sementes foram submetidas ao potencial zero MPa, apenas o lote 5 diferiu significativamente dos demais, apresentando menor comprimento das plântulas; o mesmo resultado pode ser observado no potencial -0,3MPa. Em contrapartida, nos potenciais de -0,1MPa; -0,6MPa e -0,9MPa, houve uma resposta diferenciada para cada lote, destacando-se os resultados obtidos no nível de potencial de -0,9MPa que apresentaram os resultados similares ao do teste de emergência das plântulas em campo. De uma forma geral, os níveis de potencial de -0,3MPa; -0,6MPa e -0,9MPa restringiram o comprimento das plântulas, para todos os lotes avaliados (Figura 1). Segundo Silva (1989), em geral, a baixa disponibilidade de água reduz o comprimento das plântulas de milho.

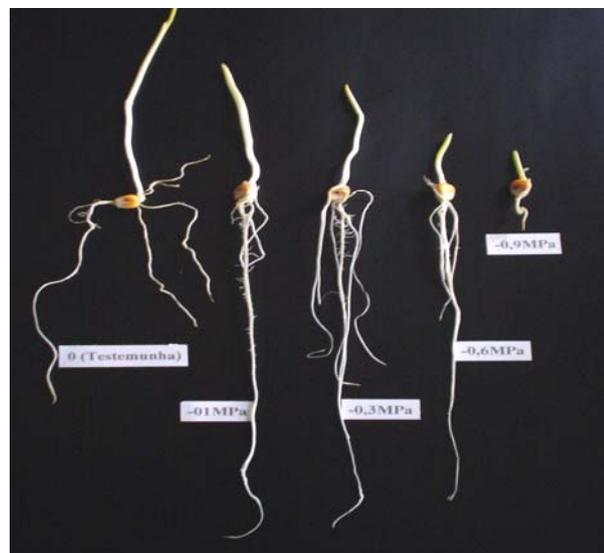


Figura 1 – Resultado do teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico nos diferentes níveis de potencial osmótico.

Na avaliação do comprimento das plântulas sob estresse hídrico, para cada lote em função dos níveis de potencial osmótico utilizados, embora não tenha sido possível precisar um ajuste matemático, observou-se que o

comprimento das plântulas de milho dos cinco lotes testados apresentou a mesma tendência de crescimento, quando submetidos a diferentes níveis de estresse hídrico. Como observado na Figura 2, o comportamento de crescimento das plântulas de milho para todos os lotes, no potencial osmótico de -0,1MPa, foi maior em relação ao controle (zero MPa). Contudo nos potenciais de -0,3MPa; -0,6MPa e -0,9MPa houve um decréscimo gradual significativo no comprimento das plântulas. Este comportamento está associado, possivelmente, ao fato de que, após a germinação sob estresse hídrico as plântulas desenvolvem mais rapidamente o sistema radicular, em resposta a sua necessidade de absorver água, buscando-a em maiores profundidades. A resposta das sementes colocadas para germinar sob deficiência hídrica tem se mostrado dependente da qualidade fisiológica. De um modo geral, menores qualidades fisiológicas têm sido associadas a piores desempenhos (PARMAR; MOORE, 1966; MATTHEWS; POWELL, 1986) o que pode ser observado para o lote 5.

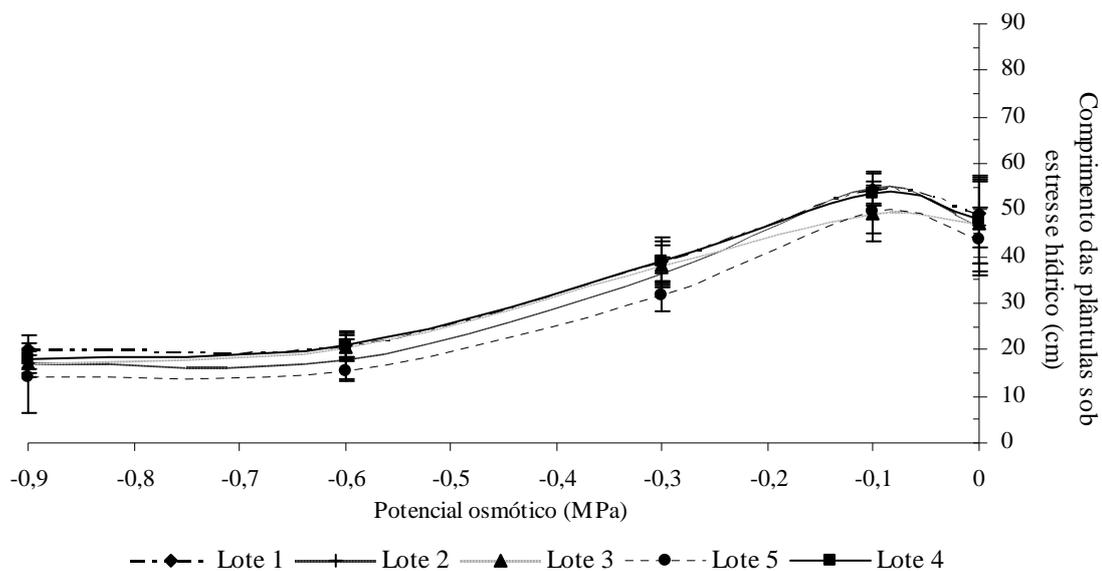


Figura 2 – Comprimento das plântulas em cinco lotes de sementes de milho submetidas a diferentes níveis de potencial osmótico em soluções de manitol.

Os resultados obtidos nesse trabalho indicaram o lote 1 como o que apresentou melhor germinação e vigor das suas sementes em todos os testes avaliados, inclusive nos diferentes níveis de potencial osmótico do teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico (Quadros 3 e 4).

Quadro 4 – Valores médios do teste de comprimento das plântulas (cm), sob estresse hídrico, obtidos nos diferentes níveis de potencial osmótico, em cinco lotes de sementes de milho. Maringá - PR, Safra 2003.

Lote/Híbrido ¹	Potencial osmótico (MPa)				
	0	-0,1	-0,3	-0,6	-0,9
1 (AG-9010)	49,18 A	54,45 A	38,95 A	20,99 A	22,03 A
2 (Balu-184)	46,55 A	54,78 A	36,60 A	17,98 B	17,87 B
3 (AS-32)	47,24 A	49,19 B	38,34 A	20,61 A	17,56 B
4 (CD-304)	47,93 A	53,58 A	38,93 A	21,04 A	18,87 B
5 (FORTE)	43,65 B	49,78 B	31,58 B	15,50 C	14,96 C
Média	46,91	52,36	36,88	19,22	18,26
C.V.	10,05	9,35	12,12	17,19	13,08

¹ Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

A análise da correlação entre os resultados obtidos no laboratório com a emergência das plântulas em campo está representada no Quadro 5. Com relação aos resultados, destaca-se o valor de correlação ($r = 0,5951^*$) obtido entre o teste de envelhecimento acelerado e a emergência das plântulas em campo como o mais elevado. Resultados obtidos por Torres (1998a), trabalhando com sementes de milho, destacaram o valor de correlação obtido entre o teste de frio sem solo e a emergência em campo como o mais elevado.

O teste de frio modificado correlacionou-se significativamente apenas com o teste de emergência das plântulas em campo e com a primeira contagem de germinação. Resultados similares foram obtidos novamente por Torres (1997), porém com sementes de sorgo. Os testes de germinação e de condutividade elétrica não obtiveram correlação significativa com praticamente nenhum nível de potencial osmótico de manitol (exceto da C.E. com $-0,1\text{MPa}$), inclusive com a emergência das plântulas em campo. Torres (1998a e 1998b), trabalhando com sementes de milho e cebola, obteve correlação significativa entre o teste de condutividade elétrica e o teste de emergência das plântulas em campo.

Por meio dos resultados da análise de correlação entre o teste de emergência das plântulas em campo com o teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico, verificou-se correlação significativa desse teste com todos os níveis de potenciais osmóticos avaliados nesse trabalho, ou seja, zero MPa ($r = 0,2384^*$), $-0,1\text{MPa}$ ($r = 0,2115^*$), $-0,3\text{MPa}$ ($r = 0,4087^*$), $-0,6\text{MPa}$ ($r = 0,3403^*$) e $-0,9\text{MPa}$ ($r = 0,4897^*$). Estes resultados indicam a eficiência do teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. Cabe ressaltar que o nível de $-0,9\text{MPa}$ destacou-se dos demais por obter o maior valor de correlação significativa. Torres (1998a), trabalhando com sementes de milho, considerou a avaliação do comprimento das plântulas sob estresse hídrico a $-0,6\text{MPa}$ como indicativo para a avaliação do vigor de sementes de milho, já que apresentou alta correlação com a emergência das plântulas em campo.

Os resultados obtidos nesse trabalho estão de acordo com Piana (1994) que observou em situações de deficiência hídrica que o desenvolvimento das plântulas foi menor durante a germinação das sementes

Quadro 5 – Coeficientes de correlação simples de Pearson (r) estimados entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica das sementes e o teste de comprimento das plântulas, sob estresse hídrico, e a emergência das plântulas em campo, obtidos com base na média dos cinco lotes de sementes de milho. Maringá - PR, Safra 2003.

	GERF.	C.E.	ENV.	F.M.	0MPa	-0,1MPa	-0,3MPa	-0,6MPa	-0,9MPa	E.P.C.
GERI. ¹	0,6879*	-0,2423*	0,0242 ^{ns}	0,2810*	0,0784 ^{ns}	0,0968 ^{ns}	0,1822*	0,1152 ^{ns}	0,3664*	0,3649*
GERF.		-0,2980*	0,2648*	0,0093 ^{ns}	0,1463 ^{ns}	0,0949 ^{ns}	0,0834 ^{ns}	0,0599 ^{ns}	0,1627 ^{ns}	0,0621 ^{ns}
C.E.			-0,2542*	-0,0290 ^{ns}	-0,0460 ^{ns}	-0,2253*	-0,1167 ^{ns}	0,1745*	-0,018 ^{ns}	0,1381 ^{ns}
ENV.				0,1449 ^{ns}	0,0935 ^{ns}	0,2774*	0,4963*	0,4821*	0,3887*	0,5951*
F.M.					0,0915 ^{ns}	0,0503 ^{ns}	0,1466 ^{ns}	0,0238 ^{ns}	0,334 ^{ns}	0,3213*
0MPa						0,1711 ^{ns}	0,1020 ^{ns}	0,2929*	0,3313*	0,2384*
-0,1MPa							0,0562 ^{ns}	0,2105*	0,1571 ^{ns}	0,2115*
-0,3MPa								0,2463*	0,3043*	0,4087*
-0,6MPa									0,3387*	0,3403*
-0,9MPa										0,4897*

¹ GERI. = contagem inicial de germinação; GERF. = contagem final de germinação; C.E. = condutividade elétrica; ENV. = envelhecimento acelerado; F.M. = frio modificado; 0MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de zero MPa ; -0,1 MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,1MPa; -0,3MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,3MPa; -0,6MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,6MPa; -0,9MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,9MPa; E.P.C. = emergência das plântulas em campo.

* = r significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = r não significativo.

de milho, sendo as sementes mais vigorosas, as que, apresentam desempenho superior quando submetidas a esta condição.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que o teste de comprimento das plântulas, sob estresse hídrico, no nível de $-0,9\text{MPa}$, apresentou resultados comparáveis e correlação significativa ($p < 0,05$) com a emergência das plântulas em campo, portanto este teste pode ser utilizado para a avaliação do vigor de sementes de milho.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA M. R. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de canola (*Brassica napus* L. var. oleifera Metzg.) e sua relação com a emergência das plântulas no campo. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 314, 2003.

AOSA. Association of Official Seed Analysts. *Seed Vigor Test Committee*. Seed testing handbook: Lincoln, 1983. 88p. (Contribution, 32).

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CICERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 5, p.1-26.

BARROS, D. I.; NUNES, H. V.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 24, n. 2, p.12-16, 2002.

BLANDON, F. L. B.; BIDDLE, A. J. A three-years study of laboratory germination, electrical conductivity and field emergence in combining pears. *Seed Abstracts*, Walbingford, v. 15, no. 8, p. 17, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BYRUM, J. R.; COPELAND, L. O. Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 23, no. 2, p. 543-549, 1995.

CALIARI, M. F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 12, n. 3, p. 52-75, 1990.

CALIARI, M. F.; SILVA, W. R. Interpretação de dados de testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 239-251, 2001.

CICERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.) *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 31-42, 1996.

EL-SHARKAWI, H. M.; SPRINGUEL, I. Germination of some crop seeds under reduced water potential. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 5, no. 4, p. 677-688, 1977.

EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação dos solos*. Embrapa: Brasília, 1999. 412p.

EMMERICH, W. E.; HARDEGREE, S. P. Seed germination in polyethylene glycol solution: effects of filter paper exclusion and water vapor loss. *Crop Science*, Madison, v. 31, no. 2, p. 454-458, 1991.

FERGUSON-SPEARS, J. An introduction to seed vigour testing. In: VENTER, H. A. van de (Ed.). *Seed vigour testing seminar*. Zürich: ISTA, 1995. p.1-10.

GERMU, M.; NAYLOR, R. E. L. Effects of low water availability on germination of two sorghum cultivars. *Seed Science and Technology*, Zürich, v. 19, no. 2, p. 373-383, 1991.

GRABE, D. F. Measurement of seed vigor. *Journal of Seed Technology*, Springfield, v. 1, no. 2, p. 18-31, 1976.

HILLEL, D. *Soil and water: physical principles and processes*. New York: Academic Press, 1971. 288p.

ISTA. International Seed Testing Association. *Handbook of vigour test methods*. Zürich: ISTA, 1981. 72p.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.1, p.1-21.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3, p. 1-24.

MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H. M. C.; KOMATSU, Y. H.; DEMÉTRIO, C. G. B.; FANCELLI, A. L. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 19, n. 5, p. 605-613, 1984.

MATTHEWS, S.; POWELL, A. A. Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. *HortScience*, Alexandria, v. 21, no. 5, p. 1125-1128, 1986.

McDONALD JUNIOR, M. B.; WILSON, D. O. An assessment of the standardization and ability of the ASA-610 to rapidly predict potential soybean germination. *Journal of Seed Technology*, Springfield, v. 4, no. 2, p. 1-11, 1979.

McDONALD, M. B. The history of seed vigour testing. *Journal of Seed Technology*, Zürich, v. 17, no. 2, p. 93-100, 1993.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.2, p. 1-24.

PARMAR, M. T.; MOORE, R. P. Effect of simulated drought by polyethylene glycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development. *Agronomy Journal*, Madison, v. 58, no. 4, p. 391-392, 1966.

PARMAR, M. T.; MOORE, R. P. Carbowax 6000, mannitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. *Agronomy Journal*, Madison, v. 60, no. 1, p. 192-195, 1968.

PEREZ, S. C. J. G. A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 30, n. 11, p. 1289-1295, 1995.

PERRY, D.A. Introduction; methodology and application of vigor test; seeding growth and evaluation test. In: PERRY, D. A. (Ed.). *Handbook of vigor tests methods*. Zürich: ISTA, 1981. p. 3-20.

PIANA, Z. *Respostas de sementes de milho, com diferentes níveis de vigor, à disponibilidade hídrica*. 1994. 107 f. Tese (Doutorado)–Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 1994.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289p.

RODO, A. B.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 16-22, 1998.

- ROGAN, P. G.; SIMON, E. W. Root growth and onset of mitosis in germinating *Vicia faba*. *New Phytologist*, London, v. 4, n. 2, p. 273-275, 1975.
- SANTOS, V. L. M.; CALIL, A. C.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, E. M.; SANTOS, C. M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 14, n. 2, p. 189-194, 1992.
- SANTOS, V. L. M.; SILVA, R. F.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A. A. A utilização do estresse osmótico na avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 18, n. 1, p. 83-87, 1996.
- SCHUAB, S. R. P. *Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja por meio da taxa de crescimento das plântulas e do teste de germinação sob estresse hídrico*. 2003. 80 f. Tese (Doutorado)–Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, Whashington, D.C., v. 30, no.3, p. 507-512, 1974.
- SILVA, W. R. *Relações entre disponibilidade de água, tratamento fungicida e germinação de sementes de milho (Zea mays L.)*. 1989. 113 f. Tese (Doutorado)–Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, 1989.
- TORRES, S. B. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo através do teste de estresse hídrico. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 31-35, 1997.
- TORRES, S. B. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 55-59, 1998a.
- TORRES, S. B. Comparação entre diferentes testes de vigor e a correlação com a emergência no campo de sementes de cebola. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 65-69, 1998b.
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 4, p. 1-26.
- WOODSTOCK, L. M. Progress reports on the seed vigor testing handbook. *Newsletter of the Association of Official Seed Analysts*, v. 50, no. 2, p. 1-78, 1976.

CAPÍTULO II

TRATAMENTO DAS SEMENTES DE MILHO COM MICRONUTRIENTES E SEU EFEITO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES PRODUZIDAS NO PERÍODO DE SAFRINHA

RESUMO. A aplicação de micronutrientes, visando aumentar a produtividade, tem apresentado resultados significativos, principalmente em regiões que adotam elevados níveis de tecnologia e manejo nas culturas. Dessa forma, um experimento foi conduzido com o objetivo de verificar o efeito da aplicação do fertilizante Stimulus PG[®] (20,0% de Zn; 3,0% de Bo; 1,0% de Mg e 1,0% de Mo), via tratamento de sementes, na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes de milho produzidas no período de safrinha (outono/inverno). Para tanto, foram utilizadas sementes de cinco híbridos comerciais de milho (AG-9010, BALU-184, AS-32, CD-304 e FORT), as quais foram tratadas com Stimulus PG[®] (dose de 200g para cada 100kg de sementes) e, posteriormente, semeadas. Estas produziram sementes e, em seguida, foram testadas. O experimento foi instalado no delineamento em blocos completos casualizados, com quatro repetições e tratamentos arranjos no esquema de parcelas subdivididas, em que híbridos de milho constituíram as parcelas e as sementes tratadas e não tratadas as subparcelas. Partindo-se do rendimento de sementes nas unidades experimentais, foram calculadas as produtividades em kg ha⁻¹ e a massa de mil sementes. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos testes de germinação (primeira contagem e contagem final), envelhecimento acelerado, frio sem solo e condutividade elétrica. Por meio dos resultados obtidos, verificou-se que não houve efeito significativo do tratamento com micronutrientes na produtividade e na massa de mil sementes de todos os híbridos testados. Todavia, houve aumento na germinação e no vigor das sementes com aplicação do fertilizante, sendo este resultado variável em função do híbrido avaliado e do teste empregado.

Palavras-chave: *Zea mays* L., germinação, vigor, fertilizante.

CORN SEED TREATMENT WITH MICRONUTRIENTS AND ITS EFFECT ON THE YIELD AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS PRODUCED IN THE LATE SEASON CROP

ABSTRACT. Micronutrients application aiming at increasing yield has presented significant results, mainly in regions that adopt high levels of technology and handling in the cultures. Thus, an experiment was carried out with the objective of verifying the effect of the application of the fertilizer Stimulus PG[®] (20.0% of Zn; 3.0% of Bo; 1.0% of Mg and 1.0% of Mo), by seed treatment, in the yield and physiological quality of corn seeds grown on the late season crop (fall/winter). For that, seeds of five commercial hybrids of corn were used (AG-9010, BALU-184, AS-32, CD-304 and FORT), which were treated with Stimulus PG[®] (200g/ 100kg of seeds) and later sowed. The experiment was set in a design of randomized complete blocks with four repetitions and treatments arranged in a subplot design, where the treated and non-treated seeds composed the subplots and the corn hybrids the plots. Starting from the seed yield in the experimental units, it was calculated the productivities (in kg ha⁻¹) and the one-thousand seeds mass. The physiological quality of corn seeds was assessed by means of the tests of germination (first counting and final counting), accelerated aging, modified cold and electrical conductivity. The results showed that there was no significant effect of the micronutrient treatment on either the yield or the one-thousand seeds mass of any of the hybrids tested. However, the fertilizer application via seed treatment increased seed germination and vigor, this result varying according to the hybrid evaluated and the test employed.

Keywords: *Zea mays* L., germination, vigor, fertilizer.

1 INTRODUÇÃO

A segunda safra de milho, produzida no período de safrinha, tem sido utilizada pelos agricultores com o objetivo ser mais uma opção de cultivo para o período de inverno. Em alguns Estados ela se tornou tão importante que substituiu quase que completamente o cultivo do trigo. Sua semeadura é realizada de janeiro a abril, podendo ter sua produtividade bastante afetada pelo regime de chuvas e por fortes limitações de radiação solar e temperatura na fase final de seu ciclo (SANS et al., 2001). Entretanto, no ano agrícola de 2003, os agricultores brasileiros semearam 3.354,7 milhões de hectares de milho no período da safrinha, atingindo produtividade média correspondente a 3.150 kg ha⁻¹. Neste contexto, o Estado do Paraná destaca-se como um dos maiores produtores nacionais com produtividade média de 3.100 kg ha⁻¹ em 2003 (CONAB, 2004).

O cultivo do milho safrinha é de grande importância para determinadas regiões e há vários anos deixou de ser apenas mais uma opção de inverno para ser um cultivo consagrado; desta forma, todos os esforços devem ser direcionados para a maximização da sua eficiência produtiva (FANCELLI, 2001). Nesse contexto, há necessidade de se adotar novas práticas culturais para que ocorra um aumento na quantidade e na qualidade da produção, sendo o tratamento de sementes com micronutrientes de fundamental importância nesse processo.

Os micronutrientes são elementos químicos essenciais para o crescimento das plantas e são exigidos em quantidades muito pequenas (MORTVEDT, 2001). Embora a participação dos micronutrientes seja pequena, a falta de qualquer um deles pode resultar em perdas significativas de produção (BARBOSA FILHO et al., 2001).

Cada micronutriente exerce um papel diferenciado nas plantas. O zinco é o nutriente mais limitante à produção de milho (CANTARELLA, 1993); as funções básicas na planta estão relacionadas ao metabolismo dos carboidratos, das proteínas e dos fosfatos, e na formação da estrutura de auxinas, RNA e ribossomos (BORKET, 1989). Uma das conseqüências de sua

carência é o encurtamento dos entrenós, resultando em redução do crescimento, sendo que a planta adulta não forma espigas e o sistema radicular se torna muito superficial (EMBRAPA, 1993). A função do boro está relacionada ao metabolismo de carboidratos, transporte de açúcares, síntese de RNA e DNA e de fitohormônios, formação das paredes celulares, divisão celular e no desenvolvimento de tecidos (DECHEN, 1988; BORKET, 1989); sua deficiência no milho determina o espessamento de raízes, ausência de anteras e espigas pouco desenvolvidas (EMBRAPA, 1993).

O manganês participa de ligações energéticas entre o ATP e o complexo enzimático, também requerido na fotossíntese e na fotólise da água; os sintomas de deficiência no milho consistem no aparecimento de manchas brancas ou cloróticas no limbo foliar (em plantas novas) e o tecido é facilmente destacado do limbo das folhas (EMBRAPA, 1993). O molibdênio participa como cofator de enzimas (redutase do nitrato, oxidase da xantina, oxidase de aldeído e oxidase de sulfeto).

A cultura do milho tem alta sensibilidade à deficiência de zinco, média à de cobre, de ferro e de manganês e baixa à de boro e de molibdênio (MARTENS; WESTERMANN, 1991). Alguns híbridos de milho respondem mais do que outros à aplicação de micronutrientes, como demonstraram Giordino e Mortvedt (1969), para o zinco.

Nos últimos anos, a utilização de micronutrientes na agricultura tem sido rotineira. Segundo Lopes e Souza (2001), os principais motivos da utilização de fertilizantes, contendo micronutrientes, são o desenvolvimento de variedades com elevado potencial produtivo, as perdas anuais de solo devido à erosão e o avanço da fronteira agrícola para regiões, onde os solos são ácidos e pobres em micronutrientes, tais como: zinco, boro, cobre, ferro e manganês.

Os micronutrientes podem ser aplicados diretamente no solo, por meio da adubação convencional (CHENG, 1985), na parte aérea das plantas, pela adubação foliar (PESSOA, 1998), no solo, por meio da fertirrigação ou por meio do tratamento das sementes (CHENG, 1985).

O tratamento de sementes é uma alternativa para a aplicação de alguns micronutrientes, com resultados amplamente positivos para certas condições específicas e representa menores custos para a aplicação, maior uniformidade de distribuição (PARDUCCI et al., 1989) e bom aproveitamento

pela planta (LUCHESE et al., 2004), sendo uma prática mais fácil e eficaz de adubação (VIDOR; PEREZ, 1988). Entre os fertilizantes, a base de micronutrientes utilizados no tratamento de sementes de milho, disponíveis no mercado, encontra-se um formulado farelado que contém 20% de zinco, 3% de boro, 1% de manganês e 1% de molibdênio, denominado Stimulus (BINOVA, 2002).

A maioria dos trabalhos realizados utiliza micronutrientes isolados (LUCHESE et al., 2004; REIS JÚNIOR, 2004) ou associados, com dois (RIBEIRO et al., 1994; MESCHEDE *et al.*, 2004) ou mais elementos (SMIDERLE et al., 1999; CICERO et al., 1999). Dessa forma, os experimentos têm por objetivo avaliar os efeitos da aplicação de micronutrientes, via tratamento de sementes, principalmente de zinco, boro, molibdênio e cobalto, na produtividade das sementes de milho (REIS JÚNIOR, 2003), algodão (REIS JÚNIOR, 2004) e feijão (CICERO et al., 1999).

Trabalhos que visam o emprego de diversos micronutrientes no tratamento de sementes são importantes, uma vez que as respostas que se têm até o momento são obtidas de forma isolada. Com relação à qualidade fisiológica das sementes, as respostas são obtidas apenas para o tratamento das sementes imediatamente após seu tratamento com micronutrientes e não após a produção das mesmas, como indicam os trabalhos realizados por Ribeiro et al. (1994) na germinação e vigor das sementes de milho, por Ohse et al. (1977) em arroz, por Cicero et al. (1999) em feijão, por Santos et al. (1996) em soja e, finalmente, por Cheng (1985) em trigo.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a eficiência do tratamento de sementes com o fertilizante à base de micronutrientes Stimulus PG[®] na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes de milho produzidas no período de safrinha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), durante o ano agrícola de 2003. O experimento de campo foi instalado em área localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), região noroeste do Estado do Paraná, situada a 52°03'54" de longitude oeste de Greenwich e 23°22'12" de latitude sul, com altitude média de 430 metros, e as avaliações de rendimento e de qualidade fisiológica das sementes foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (NUPAGRI), ambos pertencentes ao Departamento de Agronomia da UEM.

O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO Eutroférico de textura arenosa (EMBRAPA, 1999). O tipo climático predominante é o Cfa - subtropical úmido mesotérmico, segundo a classificação de Koeppen. Esse tipo climático caracteriza-se pela predominância de verões quentes, baixa frequência de geadas severas e uma tendência de concentração de chuvas no período de verão (IAPAR, 1987). Os dados locais de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima diária e umidade relativa do ar, referentes ao período de duração do experimento em campo, foram coletados diariamente e apresentados em decêndios (Quadro 1).

Foram utilizadas sementes de milho provenientes de cinco lotes comerciais, em que cada lote constituiu-se de um híbrido. Os híbridos utilizados nesse experimento foram: AG-9010 (híbrido simples modificado), BALU-184 (híbrido duplo), AS-32 (híbrido duplo), CD-304 (híbrido triplo) e FORT (híbrido simples), nos quais as sementes estavam tratadas com fungicida e inseticida.

Quadro 1 – Dados de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa do ar, no período de condução do experimento (Maringá, PR - 2003).

Meses ¹	Temperatura		Precipitação pluvial	Umidade relativa	
	Máxima	Mínima			
		(°C)	(mm)	(%)	
fevereiro	(1)	30,0	20,5	9,2	71,6
	(2)	28,8	20,3	7,4	69,2
	(3)	30,9	22,4	1,3	69,2
março	(1)	31,6	21,7	5,9	74,3
	(2)	29,6	20,2	3,1	62,6
	(3)	28,5	16,5	2,1	64,3
abril	(1)	29,6	18,8	2,4	71,3
	(2)	24,2	15,3	7,8	75,7
	(3)	28,8	20,3	0,0	71,1
maio	(1)	22,8	12,0	1,8	77,2
	(2)	26,0	16,0	0,0	64,5
	(3)	23,7	13,9	2,8	67,7
junho	(1)	24,1	16,5	3,7	76,9
	(2)	26,2	17,6	0,0	64,8
	(3)	25,9	15,1	0,0	65,9
julho	(1)	23,7	15,1	2,8	71,7
	(2)	21,4	12,8	0,2	69,6
	(3)	26,3	18,9	0,0	58,4

¹ (1), (2) e (3) representam os decêndios do mês.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos completos casualizados, com quatro repetições e tratamentos arranjados no esquema de parcelas subdivididas, utilizando-se sementes tratadas e não tratadas com fertilizante à base de micronutrientes (Stimulus PG[®]), constituindo as subparcelas e os híbridos de milho nas parcelas. As parcelas foram constituídas de seis linhas com 10m de comprimento, espaçadas de 0,9m entre

si e divididas em subparcelas com 5m de comprimento. A área útil das parcelas apresentou 14,5m². Na colheita foram eliminadas as duas fileiras externas, bem como 0,5 m de cada extremidade das linhas centrais como bordaduras, a área útil de cada subparcelas foi de 7,25m².

O sistema de preparo do solo empregado foi o convencional, mediante a utilização de arado escarificador e uma gradagem niveladora. A adubação de sementeira seguiu as recomendações sugeridas por Van Raij et al. (1996) para a produtividade esperada de 4,0t ha⁻¹, utilizando-se 200kg ha⁻¹ da formulação 8-28-16.

A sementeira foi realizada em 22/02/2003. O Stimulus PG[®] (20,0% de Zn; 3,0% de Bo; 1,0% de Mg e 1,0% de Mo) foi aplicado diretamente sobre as sementes, no momento da sementeira, levando-se em consideração a recomendação de 200g do produto comercial para cada 100kg de sementes (BINOVA, 2002) e, em seguida, foram semeadas com o auxílio de matracas três sementes a cada 20cm, a uma profundidade aproximada de 3,0cm. Aos dez dias após a emergência, realizou-se o desbaste para a obtenção da população aproximada de 66.000 plantas ha⁻¹. A adubação de cobertura foi realizada no estágio de 6 a 8 folhas totalmente expandidas, com 30kg ha⁻¹ N, utilizando-se como fonte de N o sulfato de amônio.

O controle das plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais. O controle de pragas foi realizado sempre que necessário, com pulverizações sistemáticas de inseticidas recomendados para a cultura.

A colheita foi realizada manualmente, na área útil das parcelas. Em seguida, efetuou-se a debulha manual das espigas e foram calculadas as produtividades em kg ha⁻¹ e a massa de mil sementes.

2.1 Rendimento de sementes

Partindo-se do rendimento de sementes nas subparcelas foram calculadas as produtividades em kg ha⁻¹. Para o cálculo do rendimento, a umidade das sementes, determinada pelo método de estufa a 105 ± 3°C, por 24 horas (BRASIL, 1992), foi corrigida para 13% de umidade.

2.2 Massa de mil sementes

Foi determinada pela pesagem de oito subamostras de 100 sementes para cada lote, com auxílio de balança analítica com precisão de um miligrama, multiplicando os resultados por 10 (BRASIL, 1992).

2.3 Grau de umidade

O grau de umidade, expresso com base na massa da amostra úmida, foi calculado por meio da seguinte expressão (BRASIL, 1992):

$$\%U_{(bu)} = \frac{Pu - Ps}{Pu - T} \times 100, \text{ em que:}$$

$\%U_{(bs)}$ = grau de umidade da amostra base úmida (em porcentagem);

Pu = massa das sementes úmidas;

Ps = massa das sementes secas;

T = tara do recipiente.

A qualidade fisiológica das sementes de milho foi avaliada por meio dos testes de germinação (primeira contagem e contagem final) e de vigor (envelhecimento acelerado, frio sem solo e condutividade elétrica), conforme descritos a seguir:

2.4 Teste de germinação

Foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada lote e repetição de campo, colocadas para germinar entre três folhas de papel-toalha embebidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos e levados para um germinador do tipo “Mangelsdorf”, regulado para manter constante a temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas aos quatro (primeira contagem) e sete dias (contagem final), computando-se a porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes

(BRASIL, 1992). A primeira contagem foi considerada um indicativo de vigor e a contagem final, da viabilidade das sementes.

2.5 Envelhecimento acelerado

Foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes para cada lote e repetição de campo. Para a avaliação do teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas caixas plásticas do tipo “gerbox”, adaptadas com tela metálica. No seu interior, abaixo da tela, foram adicionados 40mL de água destilada para formar uma câmara úmida e, sobre a tela, distribuíram-se as sementes em camada única, ficando a distância de aproximadamente 2cm do nível superior da lâmina de água. Em seguida, as caixas foram fechadas, lacradas com fita crepe e mantidas em uma estufa incubadora do tipo B.O.D., regulada para manter constante a temperatura de 41°C, por um período de 96 horas. Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, e a avaliação realizada ao final do quarto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais (MARCOS FILHO, 1999).

2.6 Teste de frio sem solo

Foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada lote e repetição de campo. Como substrato, foram utilizadas três folhas de papel toalha umedecidas com água destilada. Após a semeadura, confeccionaram-se rolos, sendo estes envoltos por sacos plásticos e lacrados com fita adesiva, permanecendo nesta condição por um período de sete dias em uma câmara de germinação do tipo B.O.D, regulada à temperatura constante de 10°C. Em seguida, os rolos foram levados para um germinador regulado para manter constante a temperatura de 25°C, durante quatro dias, procedendo-se, em seguida, a avaliação (BARROS et al., 1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas na data de avaliação, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (BRASIL, 1992).

2.7 Condutividade elétrica

Foi avaliada utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes para cada lote e repetição de campo. Inicialmente, as sementes foram pesadas, eliminando-se aquelas com trincas e/ou fraturas, mesmo as superficiais. Posteriormente, foram pesadas e colocadas em copos plásticos, contendo 75mL de água deionizada e, então, levadas para uma estufa incubadora regulada à temperatura de 25°C, por um período de 24 horas. Ao final desse período, efetuou-se a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição, utilizando-se um condutivímetro microprocessado digital de bancada, modelo ACA 150, da marca Alpax. Previamente à leitura, a solução de embebição foi levemente agitada com a ajuda de um bastão de vidro. O eletrodo do aparelho foi lavado em água deionizada e secado com papel toalha antes de cada medição. O valor indicado pelo aparelho foi anotado e dividido pela massa de sementes obtida de cada subamostra. Desse modo, o resultado obtido foi expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

2.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, na presença de interação significativa, procederam-se os desdobramentos necessários. As médias foram comparadas pelo método de agrupamento de Scott-Knott (1974) para a avaliação dos híbridos em cada tratamento e pelo teste F para os tratamentos realizados em cada híbrido, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância indicaram que a interação híbridos x tratamentos foi significativa ($p < 0,05$) para os seguintes parâmetros de laboratório avaliados: germinação (primeira contagem e contagem final) e envelhecimento acelerado (Quadro 1). Para os componentes da produção (rendimento e massa de mil sementes) não ocorreu resposta diferencial dos híbridos em relação aos tratamentos.

No Quadro 2, são apresentados os valores referentes à massa de mil sementes e produtividade de sementes de cinco híbridos de milho submetidas ou não ao tratamento com micronutrientes. Os resultados da massa de mil sementes (Quadro 2) indicaram que não houve diferença significativa entre os híbridos AG-9010, BALU-184 e FORT, quando as sementes não foram tratadas com micronutrientes. Por outro lado, os híbridos AS-32 e CD-304 apresentaram, nessas condições, os menores valores para a característica em questão. Em contrapartida, quando as sementes foram submetidas ao tratamento com micronutrientes, apenas o híbrido AS-32 apresentou massa de mil sementes significativamente inferior aos demais.

Comparando-se os resultados de cada híbrido em relação ao tratamento das sementes com micronutrientes, verifica-se que não houve diferença significativa na massa de mil sementes entre os dois tratamentos para todos os híbridos avaliados (Quadro 2). Independentemente de terem sido tratadas ou não com micronutrientes, as sementes de todos os híbridos alcançaram massa de mil sementes semelhantes, ou seja, nas condições em que foi realizado o experimento, a aplicação de micronutrientes nas sementes de milho não foi eficiente em aumentar a referida característica. Segundo Massey e Loefel (1966), a atuação de determinados micronutrientes, como o zinco, pode ser indireta, influenciando o tamanho das sementes ou o número de sementes por espiga, o que não foi observado neste experimento.

Quadro 2 – Massa de mil sementes (A), em gramas, e rendimento de sementes (B), em kg ha⁻¹, de cinco híbridos de milho, com e sem aplicação de micronutrientes (Maringá, PR – 2003).

Híbridos	A		Média	B		Média
	Micronutrientes ¹			Micronutrientes ¹		
	Com	Sem		Com	Sem	
AG-9010	32,16 Aa	30,16 Aa	31,16	3743,32 Ba	3472,13 Aa	3607,73
BALU-184	30,75 Aa	30,06 Aa	30,41	4347,23 Aa	3795,18 Aa	4071,21
AS-32	25,31 Ba	26,06 Ba	25,69	3302,86 Ba	3541,08 Aa	3421,97
CD-304	29,09 Aa	27,09 Ba	28,09	4298,26 Aa	3971,75 Aa	4135,01
FORT	32,13 Aa	31,47 Aa	31,80	4665,31 Aa	4202,44 Aa	4433,88
Média	29,89	28,97		4071,39	3796,52	
C.V.(%) Parcela	5,51			12.17		
C.V. (%) Sub-Parcela	8.79			16.23		

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), ou médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

É fato notório que os híbridos diferenciaram-se entre si quanto às suas exigências nutricionais, principalmente quanto ao zinco, o que foi observado por Cox e Wear (1977), trabalhando com as culturas do milho e arroz. As diferenças observadas nesse trabalho, entre os híbridos de milho avaliados quanto à massa de mil sementes devem-se ao fato de cada híbrido possuir características genéticas diferentes e, também, por terem sido desenvolvidos para o cultivo de verão, embora alguns dos materiais sejam, também, indicados para o cultivo em safrinha.

Quanto ao rendimento de sementes (Quadro 2), verifica-se que quando as sementes não foram tratadas com o produto, os híbridos avaliados não apresentaram diferenças significativas entre si, apresentando uma produtividade média de 3796,52 kg ha⁻¹, rendimento considerado superior à média de produtividade paranaense, registrada nos últimos 10 anos, ou seja de 2.490 kg ha⁻¹ (CONAB, 2004); isso se deve, provavelmente, ao fato das condições climáticas registradas no período de condução do experimento (Quadro 1) terem sido favoráveis ao cultivo do milho safrinha.

Comparando-se os resultados de produtividade entre os híbridos que tiveram suas sementes tratadas com micronutrientes, observa-se que os híbridos BALU-184, CD-304 e FORT obtiveram os melhores resultados quanto ao rendimento de sementes, enquanto que os híbridos AG-9010 e AS-32 apresentaram rendimentos significativamente inferiores. Não foram encontrados trabalhos na literatura especializada, que dessem suporte à causa do menor rendimento obtido por estes híbridos, quando suas sementes foram tratadas com micronutrientes. Algumas suposições podem ser levantadas, tais como a aplicação dos micronutrientes de maneira desuniforme nas sementes, muito embora alguns trabalhos tenham confirmado que o tratamento de sementes com determinados micronutrientes isolados é mais responsivo na produtividade do milho, do que outras formas de aplicação (SAGIORATO et al., 1993; SANTOS; ESTEFANEL, 1986).

Observa-se que o tratamento de sementes de milho com micronutrientes não apresentou resultados satisfatórios em aumentar a produtividade de sementes de todos os híbridos avaliados nesse experimento, o que discorda de outros autores. Sagiorato et al. (1993), realizando ensaios em dois locais no Estado de Goiás, Quirinópolis e Montevídiu, verificaram que

quando as sementes foram tratadas com zinco houve um incremento de 38,8% na produção de sementes de milho. Em soja, a aplicação de zinco nas sementes proporcionou um aumento de 535kg na produtividade, em comparação com a testemunha (SANTOS; ESTEFANEL, 1986).

Para o boro, Büll (1993) verificou que as respostas da aplicação desse micronutriente na cultura do milho são, na maioria das vezes, inconsistentes. Da mesma forma, Abreu e Lopes (1995) não verificaram resposta da cultura do milho à aplicação do referido micronutriente, o que está de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho.

Uma outra suposição é que, para cada micronutriente tem-se uma forma mais recomendada de aplicação. Assim, para o zinco tem sido mais recomendada a aplicação foliar, devido à baixa mobilidade do elemento na planta (VOLKWEISS, 1997); no entanto, outros trabalhos demonstram que o zinco absorvido pela planta concentra-se principalmente nas raízes, sendo parte do elemento translocado para os grãos (KARLEN et al., 1988), o que confirma a importância do tratamento de sementes no fornecimento de determinados micronutrientes às plantas, principalmente quando as condições do ambiente restringem o crescimento radicular (EDWARDS; KAMPRATH, 1974), condições estas normalmente observadas no período de safrinha.

Segundo Yamada e Lopes (1998), a aplicação de boro deve ser efetuada no solo para que seja plenamente aproveitada pela planta, uma vez que, caso o elemento seja aplicado via foliar, não será translocado do local de aplicação, devido a sua baixa mobilidade dentro das plantas. O contrário tem sido observado para o molibdênio, pois devido a sua alta mobilidade na planta, pode proporcionar resultados satisfatórios, desde que a aplicação seja realizada no início do desenvolvimento vegetativo da cultura da soja (MESCHÉDE et al., 2004).

Comparando os resultados obtidos na avaliação de rendimento com a massa de mil sementes (Quadro 2), observa-se que, para alguns híbridos, não houve relação direta entre essas duas características, quando as sementes foram tratadas, uma vez que o AG-9010, apesar de ter apresentado valores estatisticamente iguais aos híbridos BALU-184, CD-304 e FORT, quanto a massa de mil sementes, foi o menos produtivo, juntamente com o híbrido AS-32.

Os resultados referentes à porcentagem de plântulas normais obtidas na primeira contagem e na contagem final do teste de germinação, com e sem o tratamento de sementes com micronutrientes, encontram-se apresentados no Quadro 3. Para a primeira contagem do teste de germinação, verifica-se, por meio dos resultados obtidos na ausência do tratamento com o fertilizante, que o híbrido AG-9010 apresentou a maior porcentagem de plântulas normais na referida característica e, portanto, maior vigor. Contudo quando as semente foram tratadas com micronutrientes, o híbrido CD-304 apresentou maior porcentagem de plântulas normais nessa mesma característica, ou seja, suas sementes foram mais vigorosas, enquanto que as do híbrido FORT apresentaram menor vigor (Quadro 3).

Em contrapartida, observa-se que o tratamento de sementes com micronutrientes, em comparação com a ausência do tratamento, apresentou resultados satisfatórios em aumentar o vigor das sementes, avaliado por meio da primeira contagem do teste de germinação, apenas para o híbrido CD-304. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as sementes dos híbridos BALU-184 e AS-32, enquanto que para os híbridos AG-9010 e FORT, o tratamento das sementes com micronutrientes reduziu o seu vigor (Quadro 3).

A contagem final do teste de germinação das sementes identificou os híbridos AG-9010, CD-304 e FORT como os que possuem maior porcentagem de plântulas normais, quando suas sementes não foram tratadas, enquanto que as do híbrido BALU-184 e AS-32 apresentam menor germinação. Porém, na presença do tratamento de sementes, novamente os híbridos AG-9010 e CD-304, além do BALU-184, apresentaram a maior porcentagem de germinação, quando comparados com os demais híbridos (Quadro 3).

Comparando-se o efeito da presença com a ausência do tratamento das sementes com micronutrientes, observa-se que apenas as sementes dos híbridos BALU-184 e CD-304 apresentaram aumento na porcentagem de germinação com a aplicação de micronutrientes, via tratamento de sementes. Para os híbridos AG-9010 e AS-32 não houve diferença significativa entre os tratamentos, enquanto que para as sementes do híbrido FORT houve redução no poder germinativo com o referido tratamento (Quadro 3).

Quadro 3 – Plântulas normais obtidas na primeira contagem e contagem final do teste de germinação, de envelhecimento acelerado, de frio modificado, de emergência das plântulas em campo e condutividade elétrica, em cinco lotes de sementes de milho. Maringá - PR, Safra 2003.

Lote/Híbrido ¹	Teste de germinação		Envelhecimento acelerado	Teste de frio modificado	Emergência das plântulas em campo	Condutividade elétrica
	Primeira contagem	Contagem final				
----- % -----						$\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$
1 (AG-9010)	87,88 A	93,25 A	61,88 A	84,25 A	72,40 A	14,88 B
2 (BALU-184)	77,75 B	86,75 B	63,63 A	85,38 A	59,25 B	13,27 B
3 (AS-32)	76,88 B	86,13 B	65,50 A	83,88 A	63,35 B	27,39 A
4 (CD-304)	77,50 B	90,25 A	62,38 A	77,88 B	59,05 B	15,25 B
5 (FORTE)	79,25 B	92,25 A	33,75 B	81,63 A	36,30 C	14,26 B
Média	79,85	89,73	57,43	82,60	58,07	17,01
C.V.	5,34	4,51	6,76	5,94	7,83	23,61

¹ Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

No Quadro 4 estão apresentados os resultados referentes à porcentagem de plântulas normais obtidas nos testes de frio sem solo e de envelhecimento acelerado das sementes de cinco híbridos de milho, na ausência e presença do tratamento com micronutrientes. Observa-se que, quando as sementes não foram tratadas, o híbrido CD-304 foi o único que apresentou menor porcentagem de plântulas normais no teste de frio sem solo, em comparação com os demais híbridos. Quando as sementes foram tratadas com o fertilizante à base de micronutrientes, os híbridos AG-9010, BALU-184 e AS-32 apresentaram sementes mais vigorosas, enquanto que os híbridos CD-304 e FORT apresentaram menor porcentagem de plântulas normais e, portanto, menor potencial fisiológico de suas sementes no referido teste. Os resultados obtidos na comparação dos tratamentos com e sem aplicação de micronutrientes apontaram diferenças significativas apenas para o híbrido FORT, enquanto que os demais híbridos não apresentaram diferenças significativas nessa característica (Quadro 4).

No teste de envelhecimento acelerado (Quadro 4), foi observado efeito significativo do tratamento de sementes com micronutrientes para praticamente todos os híbridos avaliados, com exceção do AS-32 que não apresentou diferença significativa entre a presença e ausência do tratamento.

Observa-se que, na ausência do tratamento das sementes, o híbrido FORT foi o único que apresentou menor porcentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado, em comparação com os demais híbridos que não diferiram significativamente entre si na referida característica. Em contrapartida, quando as sementes foram tratadas com o fertilizante, os resultados apontaram as sementes dos híbridos BALU-184 e CD-304 como as de maior vigor (Quadro 4). Ribeiro e Santos (1996) verificaram que plantas bem nutridas em zinco apresentaram maior desenvolvimento inicial, principalmente em condições adversas de temperatura e umidade no solo.

O teste de condutividade elétrica (Quadro 5), por sua vez, revelou, em seus resultados, que as sementes do híbrido AS-32 foram menos vigorosas, em comparação com as sementes dos demais híbridos, tanto na presença quanto na ausência do tratamento com micronutrientes. Contudo, na comparação do efeito do tratamento das sementes, não houve diferença estatística entre os híbridos avaliados, indicando que o tratamento com micronutrientes não foi eficiente em aumentar o vigor das sementes no referido teste. O grau de umidade das sementes (Quadro 5), medido logo após a colheita do experimento, variou entre 10 e 14%, dependendo do híbrido avaliado.

Quadro 4 – Valores médios do teste de comprimento das plântulas (cm) sob estresse hídrico, obtidos nos diferentes níveis de potencial osmótico, em cinco lotes de sementes de milho. Maringá - PR, Safra 2003.

Lote/Híbrido ¹	Potencial osmótico (MPa)				
	0	-0,1	-0,3	-0,6	-0,9
1 (AG-9010)	49,18 A	54,45 A	38,95 A	20,99 A	22,03 A
2 (Balu-184)	46,55 A	54,78 A	36,60 A	17,98 B	17,87 B
3 (AS-32)	47,24 A	49,19 B	38,34 A	20,61 A	17,56 B
4 (CD-304)	47,93 A	53,58 A	38,93 A	21,04 A	18,87 B
5 (FORTE)	43,65 B	49,78 B	31,58 B	15,50 C	14,96 C
Média	46,91	52,36	36,88	19,22	18,26
C.V.	10,05	9,35	12,12	17,19	13,08

¹ Médias seguidas de mesma letra, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Quadro 5 – Coeficientes de correlação simples de Pearson (r) estimados entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica das sementes e o teste de comprimento das plântulas sob estresse hídrico e a emergência das plântulas em campo, obtidos com base na média dos cinco lotes de sementes de milho. Maringá - PR, Safra 2003.

	GERF.	C.E.	ENV.	F.M.	0MPa	-0,1MPa	-0,3MPa	-0,6MPa	-0,9MPa	E.P.C.
GERI. ¹	0,6879*	-0,2423*	0,0242 ^{ns}	0,2810*	0,0784 ^{ns}	0,0968 ^{ns}	0,1822*	0,1152 ^{ns}	0,3664*	0,3649*
GERF.		-0,2980*	0,2648*	0,0093 ^{ns}	0,1463 ^{ns}	0,0949 ^{ns}	0,0834 ^{ns}	0,0599 ^{ns}	0,1627 ^{ns}	0,0621 ^{ns}
C.E.			-0,2542*	-0,0290 ^{ns}	-0,0460 ^{ns}	-0,2253*	-0,1167 ^{ns}	0,1745*	-0,018 ^{ns}	0,1381 ^{ns}
ENV.				0,1449 ^{ns}	0,0935 ^{ns}	0,2774*	0,4963*	0,4821*	0,3887*	0,5951*
F.M.					0,0915 ^{ns}	0,0503 ^{ns}	0,1466 ^{ns}	0,0238 ^{ns}	0,334 ^{ns}	0,3213*
0MPa						0,1711 ^{ns}	0,1020 ^{ns}	0,2929*	0,3313*	0,2384*
-0,1MPa							0,0562 ^{ns}	0,2105*	0,1571 ^{ns}	0,2115*
-0,3MPa								0,2463*	0,3043*	0,4087*
-0,6MPa									0,3387*	0,3403*
-0,9MPa										0,4897*

¹ GERI. = contagem inicial de germinação; GERF. = contagem final de germinação; C.E. = condutividade elétrica; ENV. = envelhecimento acelerado; F.M. = frio modificado; 0MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de zero MPa ; -0,1 MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,1MPa; -0,3MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,3MPa; -0,6MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,6MPa; -0,9MPa = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,9MPa; E.P.C. = emergência das plântulas em campo.

* = r significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} = r não significativo.

4 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir que:

1 – o tratamento das sementes com micronutrientes não apresentou resposta significativa na produtividade e na massa de mil sementes de todos os híbridos testados, portanto não recomenda-se a utilização de micronutrientes na produtividade das sementes de milho;

2 - a germinação e o vigor das sementes aumentou com aplicação do fertilizante, sendo este resultado variável em função do híbrido avaliado e do teste empregado, portanto recomenda-se a utilização de micronutrientes na qualidade das sementes de milho.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C.A.; LOPES, A.S. Identificação de deficiências de micronutrientes em cinco solos de várzea da região de cerrado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 2., Belém, 1985. *Resumos...* Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1985. p.76.

BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CICERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 5, p.1-15.

BARBOSA FILHO, M. P.; CANTARELLA, H.; WIETHÖLTER, S. Arroz, milho e trigo. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; VAN RAIJ, B.; ABREU, C.A. (ed.). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p.285-318.

BINOVA. *Micronutrientes*. Ribeirão Preto: BINOVA, 2002. 6p. (Informativo Técnico).

BINOVA. *Tratamento de sementes: Stimulus fertilizante*. Ribeirão Preto: BINOVA, 2002. 2p. (Informativo Técnico).

BORKET, C. M. Micronutrientes na planta. In: BÜLL, L.T.; ROSOLEM, C.A. (ed.). *Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação*. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1989. p.309-329.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

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

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho, In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (ed.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.147-196.

CHENG, T. The effect of the seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. *Sci. Sin.*, Beijing, v.44, p.129-135, 1985.

CICERO, S. M.; MIGUEL, M. H.; CARVALHO, M. V.; SMIDERLE, O. J.; MORAES, M. C. Aplicação de micronutrientes e de inoculantes em sementes de feijão: efeitos na produção e na qualidade fisiológica das sementes. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 97, 1999.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. *Safras 1990/91 a 2003/04 - Séries históricas*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/safras.asp>>. Acesso em: 15 dez. 2004.

COX, F. R.; WEAR, J. J. *Diagnosis and correction of zinc problems in corn and rice production*. Raleigh: North Carolina State Univ., 1977. 73p. (South. Coop. Ser. Bull., 222).

DECHEN, A. R. Micronutrientes: funções nas plantas. In: FERREIRA, M.E. (coord.). SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, Jaboticabal, 1988. *Anais...* Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. p. 111-132.

DUARTE, A. P. Como fazer uma boa segunda safra. *Cultivar*, Pelotas, v. 3, n. 25, p. 10-18, 2001.

EDWARDS, J. H.; KAMPRATH, E. J. Zinc accumulation by corn seedlings as influenced by phosphorus, temperature, and light intensity. *Agronomy Journal*, Madison, v. 66, n. 4, p. 479-482, 1974.

EMBRAPA. *Recomendações técnicas para o cultivo do milho*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 204p.

EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação dos solos*. Embrapa: Brasília, 1999. 412p.

FANCELLI, A. L. Fisiologia das plantas de milho em condições de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., e CONFERÊNCIA NACIONAL DE PÓS-COLHEITA SAG-MERCOSUL, 2., e SIMPÓSIO EM ARMAZENAGEM DE GRAOS DO MERCOSUL, 2., 2001, Londrina. *Valorização da produção e conservação de grãos no mercosul: a cultura do milho safrinha*. Londrina: FAPEAGRO, 2001. p. 11-31.

GIORDINO, P. M.; MORTVEDT, J. J. Response of several corn hybrids to level of water-soluble zinc in fertilizers. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, v. 33, p. 145-148, 1969.

IAPAR. *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1987. 35p.

KARLEN, D. L.; FLANNERY, R. L.; SADLER, E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. *Agronomy Journal*, Madison, v.80, n.2, p.232-242, 1988.

LOPES, A. S.; SOUZA, E. C. A. Filosofias e eficiência de aplicação. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; VAN RAIJ, B.; ABREU, C. A. (Ed.). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 255-282.

LUCHESE, A. V.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; LUCHESE, E. D.; BRACCINI, M. do C. L. Emergência e absorção de cobre por plantas de milho (*Zea mays*) em resposta ao tratamento de sementes com cobre. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 24, n. 6, p. 1949-1952, 2004.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3, p. 1-24.

MARTENS, D.C.; WESTERMANN, D.T. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Eds.). *Micronutrients in agriculture*. 2 ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 549-592.

MASSEY, H. F.; LOEFEL, F. A. Variation of zinc content of grain from inbred lines of corn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 58, n. 2, p. 143-144, 1966.

MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agrônômicas das plantas de soja em resposta a adubação foliar e tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. *Acta Scientiarum*, Maringá. v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004.

MORTVEDT, J. J. Tecnologia e produção de fertilizantes com micronutrientes. Presença de elementos tóxicos. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; VAN RAIJ, B.; ABREU, C. A. (Ed.). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 237-254.

OHSE, S.; SANTOS, O. S.; MENEZES, N. L.; SCHMIDT, D. Efeito de fontes e doses de zinco sobre a germinação e o vigor de sementes de arroz irrigado. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.19, n.2, p.370-374, 1977.

PARDUCCI, S.; SANTOS, A. S.; CAMARGO, R. P. *Micronutrientes*. Campinas: Microquímica, 1989. 101p.

PESSOA, A. C. S. *Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo*. 1998. Tese (Doutorado)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

REIS JÚNIOR, A. *Produtividade de milho em função do programa nutricional ranking*. Disponível em: <<http://www.fundacaochapadao.com.br/v1/images/stories/arquivos/artigos/MilhoRanking02-03.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2003.

REIS JÚNIOR, A. *Avaliação agrônômica do Stimulate® na cultura do algodão*. Disponível em: <http://www.fundacaochapadao.com.br/v1/images/stories/arquivos/artigos/Algodao_Stoller_01-02.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2004.

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S. Aproveitamento de zinco aplicado na semente e na nutrição da planta. *Ciência Rural*, Santa Maria. v. 26, n. 1, p. 159-165, 1996.

RIBEIRO, N. D.; SANTOS, O. S.; MENEZES N. L. Tratamento de sementes de milho com fontes de zinco e boro. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 116-120, 1994.

SAGIORATO, J. A.; TEIXEIRA, N. T.; CARVALHO, J. M.; SARTORI, J. A.; OLIVEIRA, J. R. S. Adubação com micronutrientes na cultura do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, Petrolina, 1993. *Anais...* Petrolina: SBSC/EMBRAPA, 1993. p. 394-395.

SANS, L. M. A.; MORAIS, A. V. de C. de; GUIMARÃES, D. P. *Zoneamento agrícola: época de plantio do milho*. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/zoneamen.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2004.

SANTOS, O. S.; ESTEFANEL, V. Efeito de micronutrientes e do enxofre aplicados nas sementes de soja. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 5-17, 1986.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, Whashington D.C., v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SMIRDELE, O. J.; MIGUEL, M. H.; CARVALHO, M. V.; CICERO, S. M. Tratamento de sementes de feijão com micronutrientes: embebição e qualidade fisiológica. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 100, 1999.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. *Importância dos micronutrientes para a produção de grãos*. Disponível em: <<http://www.snagricultura.org.br>>. Acesso em: 15 mar. 2004.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p. 60-61. (Boletim, 100).

VIDOR, C.; PERES, J. R. R. Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto. *In: BORKET, C. M.; LANTMANN, A. F. (Ed.). Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira*. Londrina: Embrapa-CNPSO/SBCS, 1988. p. 197-204.

VIEIRA, R. D.; KRZYŻANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. *In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FANÇA NETO, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 4, p. 1-26.

VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. *In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, p. 391-409.

YAMADA, T.; LOPES, A. S. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. *Informações Agrônomicas*, n. 84, p. 1-8, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Quadro 1A – Resumo da análise de variância da avaliação da qualidade fisiológica das sementes de cinco lotes de milho utilizando diferentes testes de vigor.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios ¹									
		GERI.	GERF.	F.M.	ENV.	C.E.	CPZ	CPU	CPT	CPS	CPN
Lotes	4	334.1754*	163.3500*	141.3000*	2833.824*	547.4696*	68.29234*	113.5888*	155.1490*	95.01159*	104.6606*
Resíduo	60	18.17498	16.35001	24.07335	15.07847	16.12534	22.21497	23.97221	19.97869	10.92889	5.706368
C.V. (%)		18.17498	16.35001	24.07335	15.07847	16.12534	22.21497	23.97221	19.97869	10.92889	5.706368

¹ GERI. = contagem inicial de germinação; GERF. = contagem final de germinação; C.E. = condutividade elétrica; ENV. = envelhecimento acelerado; F.M. = frio modificado; CPZ = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de zero MPa ; CPU = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,1MPa; CPT = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,3MPa; CPS = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,6MPa; CPN = comprimento de plântulas sob estresse hídrico no potencial de -0,9Mpa.

* = r significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

APÊNDICE B

Quadro 1B – Resumo da análise de variância para as características de rendimento e qualidade fisiológica das sementes de milho, com e sem aplicação de micronutrientes (Maringá - PR, 2003).

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios ¹						
		REND.	M.M.S.	GERI.	GERF.	F.M.	ENV.	COND.
Blocos	3	1067298.8*	22.06366*	13.34167 ^{ns}	6.956250 ^{ns}	15.68333*	58.98958*	6.580755*
Híbrido (H)	4	1355466*	50.68006*	149.4781*	113.1312*	119.4781*	907.5406*	290.4543*
Resíduo A	12	466349.7 ^{ns}	7.947538*	5.190625*	4.706250 ^{ns}	5.928125 ^{ns}	20.51563 ^{ns}	2.636383*
Tratamento (T)	1	755577.7 ^{ns}	8.464023 ^{ns}	99.22500*	10.50625 ^{ns}	21.02500*	1171.806*	9.486741 ^{ns}
H x T	4	189060.5*	2.621099*	146.9594*	126.2250*	8.384375 ^{ns}	146.6344*	3.992680*
Resíduo B	15	229221.3	2.636054	6.045833	3.881244	4.762503	16.20208	8.567411
Média Geral		3934.0	29.431	78.475	89.238	81.850	62.838	17.125
C.V. (%) Parcela		12.173	5.5166	3.1333	2.2077	2.6662	6.4057	17.092
C.V. (%) Sub-Parcela		16.235	8.797	3.232	2.382	3.072	7.499	14.299

¹ REND. = rendimento de sementes (Kg ha⁻¹); M.M.S. = massa de mil sementes (g); GERI. = contagem inicial de germinação; GERF. = contagem final de germinação; F.M. = frio modificado; ENV. = envelhecimento acelerado; COND. = condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$).

* = r significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} = não significativo.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)