

# TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM MICRONUTRIENTES

Silvelena Vanzolini<sup>1</sup>  
Adriana Martinelli-Seneme<sup>2</sup>  
Marco Antonio da Silva<sup>1</sup>

## RESUMO

O tratamento de sementes é prática bastante difundida entre os produtores de sementes de soja. No entanto, tais produtos podem interferir nos resultados do teste de condutividade elétrica. Neste contexto, a pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a influência do tratamento de sementes de soja com micronutrientes sobre o resultado do teste de condutividade elétrica. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia “Dr. Francisco Maeda”, em Ituverava-SP. Utilizaram-se sementes de três lotes comerciais da cultivar de soja BRSMG 68 (Vencedora), amostras tratadas com o fertilizante comercial “Binova LPLC” e testemunha. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 lotes x 2 tratamentos). O efeito do tratamento de semente foi avaliado pelo teste de condutividade elétrica; tais resultados foram comparados com o dos testes de primeira contagem da germinação (areia e papel toalha), germinação (areia e papel toalha) e índice de velocidade de emergência de plântulas (areia). Conclui-se que o tratamento de sementes de soja com micronutrientes eleva o valor da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes sem, no entanto, interferir na classificação dos lotes.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, vigor, qualidade fisiológica.

## ABSTRACT

### ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST OF SOYBEAN SEEDS TREATED WITH MICRONUTRIENTS

Seed treatment is a widespread practice among soybean growers. However, such products can interfere in the results of the electrical conductivity test. In this context, the research was led with the objective of evaluating the influence of the seeds treatment of soybean with micronutrients in the electrical conductivity. The experiment was developed at the Laboratory of Seeds Analysis of University of Agronomy “Dr. Francisco Maeda”, in Ituverava, SP. Three commercial lots were used (BRSMG 68-Vencedora) and a part of each lot was treated with the product and another was not. The treatments were set in a completely randomized design, in factorial outline (3 lots x 2 treatments). The effect of the seed treatment was evaluated by the electrical conductivity test; such results were compared with the one of the tests of: germination at first count, germination, speed of emergence index. The obtained results allowed to end that, the treatment of the soybean seeds with micronutrients elevates the values obtained in the electrical conductivity test, however the classification of the lots if it maintains constant.

**Key Words:** *Glycine max*, vigour, physiological quality

<sup>1</sup>Fundação Educacional de Ituverava-FEI/Faculdade de Agronomia Dr. Francisco Maeda-FAFRAM. Rodovia Jerônimo Nunes Macedo, Km 1, Ituevava, SP.  
E-mail: svsegato@carol.com.br

<sup>2</sup>Faculdades Integradas “Espírita”. Rua Tobias de Macedo Junior, 330, Curitiba, PR. E-mail: amseneme@ufpr.br

## INTRODUÇÃO

As empresas produtoras de sementes utilizam os resultados de testes de vigor no controle interno de qualidade, visando garantir o melhor desempenho das sementes comerciais colocadas no mercado. Marcos Filho (1994) destacou os testes de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica, de frio e de tetrazólio, como os mais indicados para comporem um programa de controle de qualidade e fornecerem informações complementares às do teste padrão de germinação. Segundo Carvalho & Vanzolini (2004), estudos que buscam procedimentos e atitudes que levem a um aumento na precisão com que são conduzidos testes de vigor estão voltados principalmente para os testes de envelhecimento acelerado, de deterioração controlada, de frio, de condutividade elétrica e de tetrazólio, que são os testes mais extensiva e intensivamente empregados.

Dentre estes testes, o de condutividade elétrica tem sido indicado na Inglaterra, Austrália e Nova Zelândia para avaliar o vigor de sementes de ervilha (Hampton *et al.*, 1992) e nos EUA e Canadá para sementes de soja (AOSA, 1983). Para ervilha existe, inclusive, recomendação da ISTA (Hampton & Tekrony, 1995b) de padrões de condutividade elétrica (Matthews & Powell, 1981). O teste de condutividade elétrica é um teste de vigor rápido e objetivo que pode ser conduzido facilmente pelos laboratórios de análise de sementes, com o mínimo de gasto com equipamentos e o treinamento de funcionários (Hampton & Tekrony, 1995a).

Dentre os vários fatores que podem interferir nos resultados do teste de condutividade elétrica destaca-se o tratamento químico das sementes (Vieira & Krzyzanowski, 1999). No procedimento descrito no Manual de Vigor de Sementes da AOSA (1983) recomenda-se a lavagem das sementes com metanol antes do teste, a fim de remover agentes químicos que possam interferir nos resultados da condutividade elétrica. No entanto, Loeffler *et al.* (1988) mostraram que alguns fungicidas usados no tratamento de sementes de soja não afetaram os resultados deste teste. Assim, novos estudos foram recomendados por Vieira & Krzyzanowski (1999), visando verificar o efeito de outros produtos utilizados no tratamento de sementes que poderiam interferir nos resultados da condutividade elétrica.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes de soja com fertilizante comercial a base de zinco, boro, molibdênio e cobalto nos resultados do teste de condutividade elétrica.

## MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido com três lotes de sementes de soja comerciais, cultivar BRSMG 68 (Vencedora), de mesma classe de tamanho, produzidos em Santa Juliana/MG pela empresa Ouro Verde e adquiridas no município de Igarapava/SP. Após a , determinação do teor de água das sementes (Brasil, 1992), cada lote foi dividido em duas porções. Uma delas foi tratada com o produto comercial “Binova LPLC” (200g do produto comercial por 100kg de semente) de modo que todas as sementes ficassem com uma camada homogênea de produto, que tem na sua formulação 10% de zinco, 2% de boro, 10% de molibdênio e 1% de cobalto. A outra porção serviu como testemunha, ou seja, sem tratamento. Testes de viabilidade e vigor foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia “Dr. Francisco Maeda”, em Ituverava/SP, segundo procedimentos descritos a seguir:

*Condutividade elétrica (CE):* foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes pesadas e acondicionadas em copos plásticos (200mL), aos quais foram adicionados 75mL de água deionizada e mantidos à temperatura de 25°C por 24 horas (Vieira, 1994). A leitura foi realizada em condutivímetro de eletrodo constante igual a 1,0. O resultado para cada lote foi expresso em  $mScm^{-1}g^{-1}$ .

*Teste de germinação em areia (TG):* executado de acordo com as RAS-Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes. Essa determinação foi realizada em caixas plásticas (26,0 x 16,0 x 9,0cm), utilizando como substrato areia de textura média, umedecida inicialmente (70% de sua capacidade de retenção) e reumedecida sempre que necessário. As sementes foram semeadas a 3cm de profundidade. As caixas foram mantidas em condições de laboratório, sob temperatura ambiente (25–27°C). No oitavo dia após a instalação do teste, o número de plântulas normais foi computado para cada repetição,

obtendo-se, a seguir, a porcentagem média da germinação para cada lote.

*Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE)*: foi conduzido contabilizando-se, a cada 24 horas, no teste de germinação em areia, o número de plântulas com os cotilédones acima da superfície do substrato, até o oitavo dia. Ao final do teste, foi calculado o IVE, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

$IVE = (E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n)$ , em que:

**IVE**= índice de velocidade de emergência de plântulas;

**E<sub>1</sub>**, **E<sub>2</sub>** e **E<sub>n</sub>** = número de plântulas emergidas determinado na primeira, na segunda, ... e na última contagem;

**N<sub>1</sub>**, **N<sub>2</sub>** e **N<sub>n</sub>** = número de dias da sementeira à primeira, à segunda, ... e à última contagem.

*Teste de germinação em substrato papel toalha (TPG)*: foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, as quais foram distribuídas em papel toalha (Germiteste), previamente umedecidos com quantidade de água deionizada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida, os rolos, contendo as sementes, foram mantidos em câmara de germinação à temperatura de 25 °C. As contagens das plântulas normais foram efetuadas no quinto e oitavo dia após a sementeira, seguindo-se os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

*Primeira contagem da germinação (PC)*: foi realizada avaliando-se o número de plântulas normais dos testes de germinação em areia e em papel, no 5º dia após a sementeira (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem.

*Teor de água (TA)*: empregou-se o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas, segundo as RAS (Brasil, 1992), utilizando-se três repetições de 25 sementes para cada lote. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

*Procedimento estatístico*: utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (três lotes x dois tratamentos) e empregou-se o teste F para a análise de variância dos dados. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que os dados referentes ao teor de água inicial das sementes (Tabela 1), apresentaram variações experimentalmente aceitáveis (9,2 a 10,4%). Estes dados são importantes, visto que o teste de condutividade elétrica pode ter seus resultados influenciados pelo teor de água das sementes e com isto mascarar os efeitos do tratamento da semente. A recomendação para o teor de água das sementes, antes da condução do teste, é de 10 a 14% (Hampton & Tekrony, 1995a). Embora os valores dos teores de água das amostras do experimento estejam abaixo do recomendado por Hampton e Tekrony (1995a), elevados valores de condutividade, contudo, somente começam a ser encontrado, para sementes de soja, quando o teor de água inicial é inferior a 8,8% de acordo com Tao (1978) o que não foi observado no presente trabalho. No entanto, deve-se atentar para o fato de que um maior valor de condutividade elétrica é observado quando as sementes estão com baixos teores de água (Hampton et al., 1992; Prete, 1992; Vanzolini & Nakagawa (1999).

**Tabela 1.** Teor de água (%) de sementes de soja, CV. BRSMG 68, tratadas e não tratadas com micronutrientes (Binova LPLC)

Tratamentos	Lotes			Média dos Tratamentos
	01	02	03	
Testemunha	9,6 a AB <sup>1</sup>	9,5 b B	10,3 a A	9,8
Sementes tratadas	9,2 a B	10,4 a A	9,9 a AB	9,8
<b>Média dos Lotes</b>	9,4 (B)	9,9 (AB)	10,1 (A)	
CV = 3,59				

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os resultados contidos na Tabela 2 representam os dados obtidos na primeira contagem da germinação (PC) que foram os mesmos da última contagem do teste de germinação (TPG) realizada no oitavo dia após a instalação do teste, utilizando substrato papel.

A germinação das sementes do lote 2 foi significativamente superior à das sementes do lote 1. O lote 3 apresentou germinação intermediária. Observando os resultados da germinação, feita em substrato rolo de papel, que é o mais usado para emitir o certificado de qualidade do teste de germinação, os lotes não seriam aceitos para comercialização, já que o padrão mínimo é de 80% (Embrapa, 1993) provavelmente, ocorreu por problemas com fungos fitopatogênicos que estavam presentes nas sementes, visto que houve grande quantidade de plântulas anormais no teste. Já para comparação entre os tratamentos, as sementes dos lotes tratados com micronutrientes apresentaram diferença positiva significativa na germinação com relação à testemunha.

Tanto na primeira contagem (Tabela 3) como no teste de germinação (Tabela 4), conduzidos em areia, os lotes 2 e 3 apresentaram maior germinação diferindo significativamente do lote 1 (menor germinação). Resultados estes, semelhantes aos obtidos na primeira contagem do teste de germinação em papel e na contagem

final do mesmo teste (Tabela 2). No entanto, a vantagem do tratamento de sementes, observada nestes testes conduzidos em papel, não ocorreu quando estes foram executados em areia, uma vez que as sementes tratadas e não tratadas tiveram o mesmo desempenho neste substrato. É importante observar ainda que os valores de germinação (Tabela 4), em substrato areia, foram maior que os da primeira contagem deste teste (Tabela 3). Além disto, a germinação média, neste substrato, foi mais elevada do que àquela obtida no substrato papel, ficando dentro do padrão exigido para a comercialização das sementes. Isto ocorreu, provavelmente, pois em areia, lotes com problemas de contaminação superficial por fungos tendem a melhorar o seu desempenho, já que os tegumentos das sementes infectadas não ficam em contato direto com as demais sementes e plântulas sadias que estão germinando.

Observa-se interação significativa entre lotes e tratamentos, para o índice de velocidade de germinação (Tabela 5). Dentre os lotes que não receberam tratamento, o lote 1 foi o de menor vigor, exibindo menor velocidade de germinação, sendo que o lote 2 e 3 não diferiram entre si. Sementes tratadas não apresentaram diferença em termos de velocidade de germinação. Não houve diferença significativa entre sementes tratadas e não tratadas, com exceção do lote 1, que apresentou maior

**Tabela 2.** Germinação (%), em papel toalha, de sementes de soja, CV. BRSMG 68, tratadas e não tratadas com micronutrientes (Binova LPLC).

Tratamentos	Lotes			Média dos Tratamentos
	01	02	03	
Testemunha	66	75	73	<b>71 b</b>
Sementes tratadas	78	86	85	<b>83 a</b>
<b>Média dos Lotes</b>	<b>72 B</b>	<b>80 A</b>	<b>79 AB</b>	

Cv = 7,44

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 3.** Primeira contagem de germinação (%), em areia, de sementes de soja, CV. BRSMG 68, tratadas e não tratadas com micronutrientes (Binova LPLC).

Tratamentos	Lotes			Média dos Tratamentos
	01	02	03	
Testemunha	77	91	91	<b>86 a</b>
Sementes tratadas	86	90	90	<b>88 a</b>
<b>Média dos Lotes</b>	<b>81 B</b>	<b>90 A</b>	<b>91 A</b>	

Cv = 6,49

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 4.** Germinação (%), em areia, de sementes de soja, CV. BRSMG 68, tratadas e não tratadas com micronutrientes (Binova LPLC)

Tratamentos	Lotes			Média dos Tratamentos
	01	02	03	
Testemunha	83	92	93	<b>89 a</b>
Sementes tratadas	89	94	92	<b>91 a</b>
<b>Média dos Lotes</b>	<b>86 B</b>	<b>93 A</b>	<b>92 A</b>	

Cv = 4,53

<sup>†</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 5.** Índice de velocidade de germinação de plântulas, em areia, de sementes de soja, CV. BRSMG 68, tratadas e não tratadas com micronutrientes (Binova LPLC)

Tratamentos	Lotes			Média dos Tratamentos
	01	02	03	
Testemunha	8,77 b B	10,17 a A	10,75 a A	9,90 (b)
Sementes tratadas	10,58 a A	10,65 a A	10,81 a A	10,68 (a)
<b>Média dos Lotes</b>	<b>09,67 (B)</b>	<b>10,41 (A)</b>	<b>10,78 (A)</b>	

Cv = 5,29

<sup>†</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

velocidade de germinação quando tratado com o produto comercial que continha micronutrientes.

Os testes empregados para avaliar os lotes e o tratamento de semente com micronutrientes apontaram o lote 2 como o de comportamento mais estável, podendo ser considerado o lote de maior vigor dentre os avaliados. O tratamento de sementes com micronutrientes melhorou o desempenho das sementes em alguns dos testes empregados, ou não apresentou efeito significativo.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de condutividade elétrica. Observam-se valores superiores a  $90\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ , indicando lotes de sementes de baixo vigor. Vieira (1994) relatou para as sementes de soja, que valores entre  $60\text{-}70\text{ mScm}^{-1}\text{g}^{-1}$  estão relacionados aos lotes de alto vigor, os entre  $70\text{-}80\text{ mScm}^{-1}\text{g}^{-1}$  com os de médio vigor. No entanto, Paiva Agüero (1995) observou que se pode obter

alta emergência de plântulas em campo até  $110\text{ mScm}^{-1}\text{g}^{-1}$ , desde que as condições ambientais sejam adequadas à germinação e à emergência das plântulas, mas se ocorrerem pequenas limitações para a emergência, os valores de condutividade elétrica não devem ser superiores a  $90\text{ mScm}^{-1}\text{g}^{-1}$ . Neste sentido, os lotes utilizados, neste experimento, seriam mais sensíveis a condições ambientais adversas na semeadura e poderiam ser classificados como de baixo vigor. Nos EUA, lotes de sementes de soja com condutividade elétrica igual ou superior a  $150\text{ mScm}^{-1}\text{g}^{-1}$  são considerados impróprios para semeadura (AOSA, 1983), o que não é o caso dos lotes utilizados neste experimento.

Comparando-se os lotes, os lotes 1 e 2 não apresentaram diferença significativa entre si, e foram mais vigorosos que o lote 3 que teve um valor significativamente

**Tabela 6.** Condutividade elétrica ( $\mu\text{mhos.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ ) da solução de embebição de sementes de soja, CV. BRSMG 68, tratadas e não tratadas com micronutrientes (Binova LPLC)

Tratamentos	Lotes			Média dos Tratamentos
	01	02	03	
Testemunha	89,3	90,0	102,8	<b>94,0 b</b>
Sementes tratadas	99,4	100,9	110,5	<b>103,6 a</b>
<b>Média dos Lotes</b>	<b>94,3 B</b>	<b>95,5 B</b>	<b>106,6 A</b>	

Cv = 7,84

<sup>†</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

mais alto em relação aos demais. O teste de condutividade elétrica, classificou o lote 2 como o de qualidade superior, de forma semelhante aos demais testes empregados neste experimento.

Comparando-se os tratamentos, no teste de condutividade elétrica, as testemunhas dos lotes apresentaram menores valores em relação aos lotes que receberam o tratamento com micronutrientes. Isto poderia sugerir que o tratamento com micronutrientes fez diminuir o vigor das amostras. Contudo, vale ressaltar que tais dados podem ser consequência de outros fatores que influenciam este teste, como o próprio tratamento químico, já que os lotes tratados apresentaram valores superiores aos da testemunha. Neste sentido, vale destacar que o teste mede a quantidade de lixiviados presente na solução de embebição das sementes (AOSA, 1983, Hampton & Tekrony, 1995a; Vieira & Krzyzanowski, 1999) e como o produto apresenta em sua fórmula micronutrientes, que são substâncias iônicas, estas tendem a elevar o valor da condutividade elétrica. No entanto, deve-se ter cautela na interpretação dos resultados, pois o que estes dados mostraram é que não se pode, pelo teste de condutividade elétrica, comparar lotes tratados e não

tratados com micronutrientes. Tal recomendação é pertinente, já que pela sua formulação, o produto elevou o valor da condutividade, entretanto é importante frisar que embora tenha elevado o valor obtido no teste, o produto não interferiu na classificação dos lotes.

## CONCLUSÕES

O tratamento de semente com micronutrientes eleva o valor da condutividade elétrica da solução de embebição de sementes de soja, sem interferir na classificação de lotes.

## REFERÊNCIAS

- Association of Official seed Analysts – AOSA (1983) Seed vigor testing handbook. East Lansing: AOSA. 93p. (Contribution 32).
- Brasil, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (1992) Regras para Análise de Sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 365p.
- Carvalho NM, Vanzolini, S (2004) Considerações sobre vigor de sementes e desenvolvimento de novas tecnologias para a sua utilização. Informativo ABRATES, Curitiba 14(1/2/3): 44–53.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, do desenvolvimento e da Reforma Agrária. Serviço de produção de sementes básicas (1993) Padrões Estaduais de sementes. Brasília: EMBRAPA/SPI.47p.
- Hampton JG, Johnstone KA, Eua-Umpun V (1992) Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and french bean seed lots. *Seed Science and Technology*. Zurich, 20:677-686.
- Hampton JG, Tekrony DM (1995a) Conductivity test. In: Hampton JG, Tekrony DM (Eds.) *Handbook of vigour test methods*. 3ª ed. Zurich: ISTA. p.22-34.
- Hampton JG, Tekrony DM (1995b) *Handbook of vigour test methods*. 3ª ed. Zurich: ISTA. 117p.
- Loeffler TM, Tekrony DM, EGLI DB (1988) The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 12:37-53.
- Maguire JD (1962) Speed of germination –aid in selection and evaluation for seedling and vigour. *Crop Science, Madison*, 2(2):176-177.
- Marcos Filho J (1994) Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. Informativo ABRATES, Curitiba, 4(2): 33-35.
- Matthews S, Powell AA (1981) Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (Ed.) *Handbook of vigour test methods*. Zürich: ISTA, 1981. p.37-42.
- Paiva Aguiro JA (1995) Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja em campo. Dissertação de Mestrado. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista 92p.
- Prete CEC (1992) Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a

qualidade da bebida. Tese de Doutorado. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 125p.

Tao JK (1978) Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. *Jornal Seed Technology*, 3(1): p.10-18.

Vanzolini S, Nakagawa J (1999) Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de teor de água inicial e de períodos de embebição. *Revista*

*Brasileira de Sementes*, Brasília, 21(1): 46-52.

Vieira RD (1994) Teste de condutividade elétrica. In: Vieira RD, Carvalho NM (Ed.) *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP. p. 103-132.

Vieira RD, Krzyzanowski FC (1999) Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski FC, Vieira RD, França Neto JB (Ed.) *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES. 218p.