

# Teste de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck)

Simone Aparecida Fessel<sup>(1)</sup>, Lázaro José Ribeiro da Silva<sup>(2)</sup>, Rubens Sader<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Doutoranda em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Unesp. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. sifessel@ig.com.br

<sup>(2)</sup> Técnico Agrícola, Analista do Laboratório de Análise de Sementes da Unesp-FCAV.

<sup>(3)</sup> Autor para correspondência. Departamento de Produção Vegetal, Unesp-FCAV. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. CEP 14884-900, Jaboticabal (SP), Brasil. rsader@fcav.unesp.br

## Resumo

O presente trabalho teve por objetivo adequar o teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes de brócolis, considerando os efeitos de temperatura, quantidade de água, número de sementes e período de embebição. Foram utilizados nove lotes de sementes de brócolis, dos cultivares Piracicaba Precoce, Ramoso Santana, Flórida e Baron, que foram submetidos aos testes de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas, massa seca, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. O trabalho foi realizado em duas etapas: na primeira, foram estudadas as condições de período e de temperatura para a execução do teste de condutividade elétrica, fixando-se o número de sementes (25) e a quantidade de água (25 mL); avaliaram-se os períodos de embebição de 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 24 horas, a 20 e 25 °C. A interpretação dos resultados permitiu definir o período de 24 horas a 25°C como o mais promissor. A partir desses dados, avaliaram-se então o número de sementes (25, 50 e 75) e a quantidade de água (25 e 50 mL). Os resultados permitiram concluir que o teste de condutividade elétrica com 25 sementes, em 25 mL de água, a 25 °C por 24 horas, constituiu a melhor opção para avaliar a qualidade de sementes de brócolis.

**Palavras-chave adicionais:** testes de vigor; qualidade de sementes; germinação.

## Abstract

FESSEL, S. A.; SILVA, L. J. R. da; SADER, R. The electrical conductivity test used to estimate the physiological potential of broccoli [*Brassica oleracea* (L.) var. *italica* Plenck] seeds. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.35-41, 2005.

The objective of this research was to evaluate the electrical conductivity test to estimate the vigor of broccoli seeds considering the effects of the temperature, water content, number of seeds and imbibition period. Nine broccoli seed lots were used, from the cultivars Piracicaba Precoce, Ramoso Santana, Florida and Baron which were submitted to the standard germination test, first germination count, speed of germination index, seedling length, dry matter, accelerated aging and electrical conductivity. The research was carried out in two steps: in the first one the period and the temperature condition were studied, keeping constant the number of seeds (25) and the water volume (25 mL), and after the imbibition periods 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 24 hours were evaluated at 20 and 25 °C. According to the results the period of 24 hours at 25 °C was found to be the best. The number of seeds (25, 50 and 75) and the water volume (25 and 50 mL) were after evaluated. The results indicated that 25 seeds in 25 mL of water at 25 °C for 24 hours was the best combination to evaluate the broccoli seed quality by means of the electrical conductivity test.

**Additional keywords:** vigor tests; seed quality; germination.

## Introdução

Com a concorrência de mercado, ocorreu a introdução de novas técnicas, e a olericultura brasileira apresentou grande avanço nos últimos anos. A necessidade dos agricultores de buscarem maior produtividade e melhor qualidade de seus produtos hortícolas tem feito das sementes de alta qualidade a base para o sucesso do sistema de produção. Entretanto, as pesquisas referentes à comparação da eficiência de

métodos para avaliar a qualidade das sementes de brássicas, principalmente de brócolis, são escassas.

As brássicas constituem a família mais numerosa entre as oleráceas, ocupando um lugar proeminente na olericultura no Centro-Sul (FILGUEIRA, 1982). Os brócolis são muito ricos em fibras, vitaminas A, B2 e C, essenciais para a alimentação humana.

Considerando que os testes de vigor fornecem índices mais sensíveis do potencial fisiológico, quando comparados ao teste de germinação (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 1983), qualquer evento que

proceda à perda do poder germinativo pode servir como base para o desenvolvimento de testes de vigor. Entretanto, acredita-se que, quanto mais próxima da maturidade fisiológica (ou mais distante da perda do poder germinativo) estiver a variável avaliada, mais sensível será o teste. Nesse sentido, como a degradação das membranas celulares se constitui, hipoteticamente, no primeiro evento do processo de deterioração (DELOUCHE & BASKIN, 1973), os testes que avaliam a integridade das membranas seriam, teoricamente, os mais sensíveis para estimar o vigor (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de condutividade elétrica e o de envelhecimento acelerado foram padronizados e estão sendo recomendados como testes de vigor, para sementes de ervilha e soja, respectivamente (HAMPTON & TEKRONY, 1995). Por outro lado, o teste de condutividade elétrica, mesmo sendo aceito internacionalmente como praticamente padronizado, continua passando por refinamentos no método, e a sua eficiência na determinação do vigor das sementes, para espécies além das mencionadas, ainda se constitui em desafio para a pesquisa em tecnologia de sementes (MARCOS FILHO, 1998).

Apesar de o teste oferecer resultados reprodutíveis entre laboratórios, alguns fatores afetam seus resultados, tais como: genótipo (STYER & CANTLIFFE, 1983; PANOBIANCO & VIEIRA, 1996), estágio de desenvolvimento da semente no momento da colheita (SHORT & LACY, 1976), tamanho da semente (TAO), temperatura de embebição (LEOPOLD, 1980), período de embebição (LOEFFLER et al., 1988), teor de água inicial (TAO, 1978; LOEFFLER et al., 1988), presença de sementes danificadas (TAO, 1978) e temperaturas baixas de armazenamento das sementes (FESSEL, 2001).

Assim, esta pesquisa teve por objetivo adequar o teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes de brócolis, considerando os efeitos de temperatura, quantidade de água, número de sementes e período de embebição.

## Material e métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da FCAV-Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

Foram utilizados nove lotes de sementes de brócolis, sendo dois lotes do cultivar Piracicaba Precoce, três de Ramoso Santana, dois de Flórida e dois de Baron, não tratados quimicamente. Durante o período de realização do trabalho, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e mantidas em câmara fria (10 °C e 70% de umidade relativa do ar – UR).

As avaliações da qualidade das sementes foram realizadas por meio dos testes mencionados a seguir.

**Teor de água** – avaliado em estufa a  $105 \pm 3$  °C, durante 24 horas, utilizando duas subamostras de 50 sementes (BRASIL, 1992).

**Germinação** – conduzido com quatro subamostras de 50 sementes de cada lote, em germinador regulado a temperatura constante de 20 °C, com fotoperíodo de 12 horas. As sementes foram colocadas para germinar sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com a quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato, no interior de caixas de plástico transparentes, tipo gerbox. Foram efetuadas duas contagens, cinco e dez dias após a semeadura (BRASIL, 1992).

**Índice de velocidade de germinação** – as plântulas foram avaliadas diariamente, à mesma hora, a partir do primeiro dia em que surgiram as primeiras plântulas normais. As plântulas normais foram computadas e retiradas do substrato. Para evitar alteração na definição das plântulas normais, foi preestabelecido o tamanho mínimo da plântula (parte aérea e radicular), de dois centímetros. As avaliações foram realizadas até o momento da última contagem, estabelecido pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O índice de velocidade de germinação foi calculado empregando-se a fórmula de MAGUIRE (1962).

**Primeira contagem do teste de germinação** – foi conduzida junto com o teste de germinação e consistiu no registro das porcentagens de plântulas normais verificadas cinco dias após a semeadura (BRASIL, 1992).

**Comprimento das plântulas normais** – foi medido em quatro subamostras de 10 sementes, semeadas no terço superior do papel toalha (germitest), previamente umedecido com água destilada, com um volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel, acondicionadas em forma de rolo. Estes foram recobertos com um saco de plástico e colocados em germinador a 20 °C, com fotoperíodo de 12 horas. Durante a avaliação, no décimo dia, as plântulas normais correspondentes a cada subamostra foram separadas e medidas em sua totalidade, e os valores médios foram expressos em centímetros.

**Matéria seca das plântulas normais** – após o término do teste de comprimento das plântulas, foram selecionadas todas as plântulas normais de cada tratamento, sem os cotilédones. O material foi posto para secagem em estufa a 60 °C, por um período de 24 horas, de acordo com o método descrito por NAKAGAWA (1994). Depois de seco, o material foi pesado e determinada a matéria seca, dividindo-se a massa encontrada pelo número de plântulas normais postas para secar. Os resultados foram expressos em miligrama/plântula.

**Envelhecimento acelerado (EA)** – foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram envelhecidas em caixas de plástico (11x11x3,5 cm) contendo 40 mL de água desionizada, distribuídas em camada única de sementes, sobre uma tela, para evitar o contato com a água. Depois do período de envelhecimento de 48 horas, a 45 °C (TEBALDI et al., 1999) em câmara de envelhecimento acelerado (modelo jaquetada de água), foram determinados o teor de água das sementes e a germinação.

**Condutividade elétrica** – para determinar a marcha de liberação de eletrólitos para cada lote, fixaram-se o número de sementes (25) e a quantidade de água (25 mL), variando-se os períodos de embebição, de 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 24 horas, e as temperaturas, de 20 e 25 °C. Definida a melhor combinação do período de embebição com a temperatura, foram então estudados o número de sementes (25, 50 e 75) e a quantidade de água (25 e 50 mL). As avaliações foram conduzidas com quatro repetições por lote, sendo as sementes embebidas em água destilada e desionizada, e mantidas em germinador durante cada período considerado. A quantidade de lixiviados foi determinada em condutivímetro Analyser 600.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento para todas as características avaliadas, com exceção do teor de água, com duas repetições. Inicialmente, os dados de condutividade elétrica foram submetidos à análise de variância e ao teste F, utilizando-se do esquema fatorial 9x7, sendo nove lotes e sete períodos de exposição das sementes, para cada temperatura avaliada. Após a definição da melhor combinação do período de exposição das sementes e da temperatura, uma nova análise estatística foi realizada, utilizando o esquema fatorial 9x3x2 – nove lotes, três números de sementes (25, 50 e 75) e dois volumes de água (25 e 50 mL). As médias obtidas nas avaliações de cada lote foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O tempo de embebição dentro de cada lote e cada temperatura foi analisado por regressão polinomial até o terceiro grau. O modelo escolhido correspondeu àquele de maior grau que apresentou significância estatística a 5% de probabilidade. Os dados de germinação, primeira contagem e envelhecimento acelerado foram transformados em  $\text{arc-sen} \sqrt{(P + 0,05) / 100}$ .

## Resultados e discussão

Observando-se os dados referentes ao teor de água (TA), à germinação e ao vigor, por meio dos testes de primeira contagem da germinação (PG), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de plântulas (CP), matéria

seca (MS) e índice da velocidade de germinação (IVG) (Tabela 1), constata-se que, inicialmente, o TA das sementes não apresentou diferença significativa, fato importante para a execução dos testes, considerando-se que a uniformização do TA das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e a obtenção de resultados consistentes (KRZYŻANOWSKI & FRANÇA NETO, 1991; MARCOS FILHO, 1999).

Após o envelhecimento acelerado das sementes, o TA apresentou variação de 24,9 a 37,8%, com amplitude de 12,9% entre o menor e o maior valor, fato este devido às sementes serem pequenas e não absorverem água uniformemente. Em lotes de sementes de cebola, POWELL (1995) observou variação no TA de 11,8 a 24,0%, e a germinação após esse período de envelhecimento foi inversamente proporcional ao teor de água alcançado; assim, lotes que absorveram água mais rapidamente, atingindo teor de água elevado, após 24 horas de exposição às condições do teste, apresentaram germinação inferior, indicando maior intensidade de deterioração, em relação aos lotes que absorveram água mais lentamente, situação também verificada nesta pesquisa (lotes 5, 7, 8 e 9).

As diferenças na absorção de água pelas sementes, a partir da atmosfera úmida, podem originar variações acentuadas no teor de água das amostras. Por isso, o método alternativo para o teste de envelhecimento acelerado, em espécies de sementes pequenas, vem sendo estudado, com a substituição da água por soluções saturadas de sais. Dependendo da solução utilizada, são obtidos níveis específicos de umidade relativa do ar, como, por exemplo, 87%, com o uso de cloreto de potássio, 76% com cloreto de sódio e 55% com brometo de sódio, retardando, assim, a absorção de água pelas sementes (JIANHUA & McDONALD, 1996).

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 1, observa-se que, na germinação, os lotes 1, 2, 6 e 7 destacaram-se dos demais, apesar de serem estatisticamente semelhantes aos lotes 4, 5 e 9, não diferindo, este último, do lote 8. Em contrapartida, o lote 3 apresentou menor porcentagem de germinação. Já para o teste de PG, não houve diferença entre os lotes. O teste de EA apontou os lotes 1, 2 e 6 como os de melhor qualidade, os lotes 3, 4 e 9 como de qualidade intermediária e os lotes 5, 7 e 8 como de baixa qualidade.

O CP classificou os lotes 2, 7 e 8 como de qualidade fisiológica superior, embora não diferindo estatisticamente dos lotes 3, 4, 5, 6 e 9, que se mostraram semelhantes ao lote 1. Já o teste de MS classificou o lote 8 como o de maior vigor, embora não diferindo estatisticamente dos lotes 4, 5, 6, 7 e 9. O IVG apontou os lotes 1 e 9 como os de maior vigor, apesar de diferirem significativamente apenas dos lotes 3 e 8.

Assim, foram observadas variações na ordenação dos lotes quanto ao vigor quando se consideraram os testes de germinação, EA, CP, MS e o IVG. MARCOS FILHO (1998) ressaltou a importância de se fazer uso de

**Tabela 1** – Valores médios do teor de água, antes e após o envelhecimento acelerado, do teste de germinação (TG), primeira contagem (PG), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de plântula (CP), matéria seca (MS) e índice de velocidade de germinação (IVG) de nove lotes de sementes de brócolis.

*Table 1 - Mean values of water content before and after the accelerated aging, germination (TG), first count (PG), accelerate aging (EA), seedling length (CP), dry matter (MS) and germination speed index (IVG) of nine broccoli seed lots.*

Lotes/Lots	Teor de água/Water content		Vigor/Vigor					
	Antes EA	Após EA	TG	PG	EA	CP	MS	IVG
	Before EA	AfterEA	arc-sen	$\sqrt{(P + 0,05)} / 100$		cm/plântula	mg/plântula	
	%		cm/seedling mg/seedling					
1. Piracicaba Precoce	9,1	26,9 CD	81 A	79	40 A	11,40 B	2,27 C	24,36 A
2. Piracicaba Precoce	9,5	27,0 CD	78 A	68	40 A	15,96 A	3,45 BC	21,52 AB
3. Ramoso Santana	9,5	29,7 BCD	54 C	52	24 B	12,17 AB	3,10 BC	16,17 C
4. Ramoso Santana	9,9	28,9 BCD	68 AB	64	27 B	15,52 AB	3,69 ABC	20,03 ABC
5. Ramoso Santana	9,4	35,5 AB	70 AB	65	6 C	13,38 AB	3,74 ABC	21,70 AB
6. Flórida	8,4	24,9 D	79 A	70	44 A	14,51 AB	3,98 ABC	21,68 AB
7. Flórida	9,6	37,83 A	72 A	61	6 C	15,76 A	4,34 AB	20,90 AB
8. Baron	9,5	34,1 ABC	56 BC	53	7 C	15,93 A	5,57 A	18,26 BC
9. Baron	9,0	33,4 ABC	69 AB	52	19 B	15,04 AB	4,47 AB	24,61 A
Teste F/F test	3,10ns	10,28**	10,13**	1,66ns	49,30**	3,81**	4,97**	7,45**
CV (%)	3,80	3,80	8,63	22,99	18,14	12,15	21,62	9,33

Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ns: não-significativo; \*\*: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

*Means followed by the same letter within columns are not significantly different at 5% of probability by the Tukey test.*

*ns: non-significant; \*\*: significant at 1% of probability level by the F test.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

mais de um teste para determinar o vigor de lotes de sementes. Isso se deve à influência dos métodos adotados e do uso de situações específicas de estresse para estimar o comportamento relativo dos lotes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Os dados obtidos para condutividade elétrica, empregando-se o método de 25 sementes por repetição, embebidas em 25 mL de água, a 20 e 25 °C, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 2 e 3, e Figuras 1 e 2. Nas duas temperaturas estudadas, observou-se aumento na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes com o decorrer da embebição, verificando-se separação dos lotes mais definida com 24 horas, apesar de ser possível a realização das leituras com 6 horas de embebição; porém, o período de 24 horas é considerado mais usual no teste de condutividade elétrica (TAO, 1978). De modo geral, foi constatada maior lixiviação de exsudatos a 20 °C que a 25 °C.

Nas Figuras 1 e 2, de forma geral, os resultados obtidos indicaram aumento progressivo dos lixiviados com o decorrer do período, o que se mostra coerente com as observações feitas por LOEFFLER et al. (1988) e MARCOS FILHO et al. (1990).

A temperatura de 25 °C possibilitou maior estratificação dos lotes, classificando os lotes 8 e 9 em 5 e 4 níveis de vigor, respectivamente, enquanto a temperatura de 20 °C proporcionou separação em 4 e 3 níveis. Diante disto, definiu-se trabalhar na temperatura de 25 °C na segunda parte da pesquisa.

Na Tabela 4, são apresentados os dados da condutividade elétrica em função do número de sementes. Verifica-se que o número de sementes não proporcionou diferença significativa entre os valores de condutividade elétrica, com exceção do lote 3. SÁ (1999), trabalhando com sementes de tomate, também não verificou diferenças significativas entre os valores de CE em função do número de sementes utilizadas na condução dos testes. Portanto, seria mais indicado utilizar 25 sementes por repetição, por causa do custo das sementes de hortaliças.

Examinando os resultados da condutividade elétrica em função do volume de água (Tabela 5), verifica-se que, nos lotes de 3 a 9, com o uso do volume de 25 mL, foram obtidas leituras mais altas de condutividade elétrica em relação ao volume de 50 mL, o que já é justificado, uma vez que a embebição em um volume maior de água implica maior diluição dos lixiviados, como também foi observado por LOEFFLER (1988), interferindo na classificação dos lotes.

Pode-se inferir, de acordo com as informações obtidas por este teste, que tanto o período de embebição como a quantidade de água influenciaram os valores de CE.

Diante do exposto, nota-se que a melhor combinação do número de sementes/ quantidade de água/ temperatura e período de embebição foi estabelecida com a utilização de 25 sementes em 25 mL de água, na temperatura de 25 °C por 24 horas, proporcionando separação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

**Tabela 2** – Condutividade elétrica de massa ( $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de nove lotes de sementes de brócolis embebidas em 25 mL de água por diferentes períodos, a 20 °C e com 25 sementes por repetição.

*Table 2 - Mass electrical conductivity ( $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) of nine broccoli seed lots imbibed in 25 mL of water during different periods, at 20 °C and with 25 seeds per replication.*

Tempo de embebição/ Time of imbibition (h)	Lotes/Lots								
	1. Piracicaba Precoce	2. Piracicaba Precoce	3. Ramoso Santana	4. Ramoso Santana	5. Ramoso Santana	6. Florida	7. Florida	8. Baron	9. Baron
	$\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$								
1	75,95 a	90,97 a	282,65 a	101,23 a	105,65 a	68,47 a	71,41 a	220,72 a	163,81 a
2	101,60 b	112,96 b	424,38 a	135,30 b	141,12 b	89,13 b	100,84 b	290,80 ab	253,67 ab
3	127,94 c	152,39 c	532,91 a	171,43 bc	186,71 bc	121,03 c	139,03 c	410,76 ab	342,35 abc
4	148,50 b	174,25 b	605,81 a	203,726 b	214,26 b	143,50 b	161,37 b	482,52 ca	388,95 ab
5	160,12 c	193,24 c	662,39 a	224,54 bc	241,07 bc	165,13 c	189,65 bc	535,46 a	431,35 ab
6	172,19 c	205,456 c	710,94 a	246,38 bc	260,13 bc	184,27 c	209,91 bc	582,47 a	463,58 ab
24	358,01 c	442,75 c	1364,64 a	576,82 bc	527,28 c	403,33 c	485,64 c	1262,34 a	816,33 b

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

*Means followed by the same letter within lines are not significantly different by the Tukey test at 5% of probability level.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

**Tabela 3** – Condutividade elétrica de massa ( $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de nove lotes de sementes de brócolis embebidas em 25 mL de água por diferentes períodos, a 25 °C e com 25 sementes por repetição.

*Table 3 - Mass electrical conductivity ( $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) of nine broccoli seed lots imbibed in 25 mL of water during different periods, at 25 °C and with 25 seeds per replication.*

Tempo de embebição/ Time of imbibition (h)	Lotes/Lots								
	1. Piracicaba Precoce	2. Piracicaba Precoce	3. Ramoso Santana	4. Ramoso Santana	5. Ramoso Santana	6. Florida	7. Florida	8. Baron	9. Baron
	$\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$								
1	89,31 b	81,23 b	167,77 ab	114,22 b	95,53 b	75,50 b	85,00 b	313,40 a	171,70 ab
2	127,24 b	90,27 b	235,14 b	131,64 b	117,94 b	89,15 b	95,02 b	405,89 a	225,52 b
3	155,13 bc	115,41 c	300,38 b	167,36 bc	151,26 bc	109,94 c	117,93 c	523,88 a	293,42 b
4	169,50 c	126,08 c	348,59 b	187,88 bc	170,89 c	127,33 c	134,76 c	633,60 a	336,50 b
5	181,88 d	137,10 d	390,21 b	210,79 cd	187,78 d	143,56 d	153,34 d	697,07 a	369,99 bc
6	194,98 c	147,98 c	424,08 b	224,19 c	199,50 c	153,43 c	165,72 c	742,74 a	396,79 b
24	313,52 c	241,04 c	870,84 b	359,00 c	314,36 c	242,98 c	280,74 c	1404,60 a	720,19 b

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

*Means followed by the same letter within lines are not significantly different by the Tukey test at 5% of probability level.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

**Tabela 4** – Condutividade elétrica de massa ( $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) de nove lotes de sementes de brócolis com diferentes números de sementes, na temperatura de 25°C.

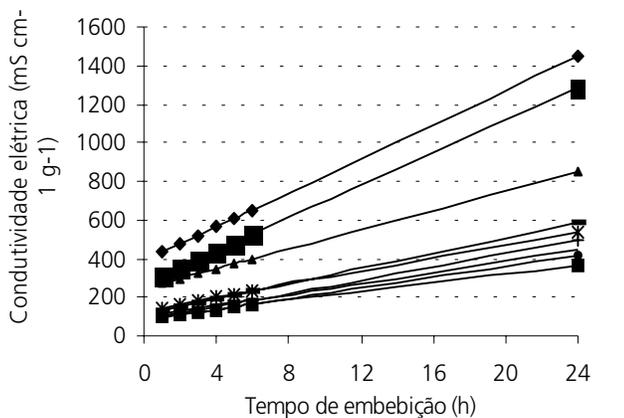
*Table 4 - Mass electrical conductivity ( $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ) of nine broccoli seed lots with different number of seeds per replication, at 25 °C.*

Lotes/Lots	Número de sementes/ Number of seeds per replication		
	25	50	75
	$\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$		
1. Piracicaba Precoce	242,24 DEa	174,29 Da	164,10 Da
2. Piracicaba Precoce	209,58 Ea	188,91 Da	159,17 Da
3. Ramoso Santana	913,33 Ba	728,49 Bb	669,85 Bb
4. Ramoso Santana	380,04 Da	375,63 Ca	352,21 Ca
5. Ramoso Santana	347,21 DEa	298,96 CDa	273,39 CDa
6. Flórida	229,40 DEa	284,53 CDa	281,72 CDa
7. Flórida	232,36 DEa	273,88 CDa	246,97 CDa
8. Baron	1130,55 Aa	1086,45 Aa	1113,48 Aa
9. Baron	670,95 Ca	744,25 Ba	716,93 Ba
Teste F (lotes)/F test (lots)		240,37 **	
Teste F (número de sementes)/F test (number of seeds)		3,02 *	
Teste F (lotes x número de sementes)/F test (lots x number of seeds)		1,86*	
CV(%)		22,16	

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

*Means followed by the same letter, capital within columns and small within lines, are not significantly different by the Tukey test at 5% of probability.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*



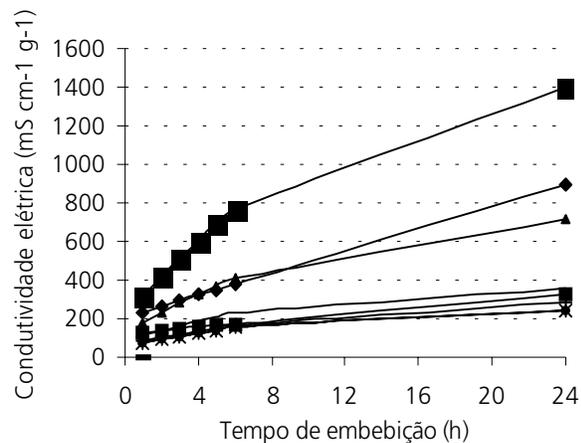
■ Lote 1    — Lote 2    ◆ Lote 3    ■ Lote 4    \* Lote 5  
 ● Lote 6    + Lote 7    ■ Lote 8    ▲ Lote 9

L1 - $y = 89,83529 + 11,45457x$	$R^2=0,97^{**}$
L2 - $y = 99,04879 + 14,52577x$	$R^2=0,98^{**}$
L3 - $y = 387,3075 + 44,08455x$	$R^2=0,94^{**}$
L4 - $y = 109,8315 + 19,79520x$	$R^2=0,99^{**}$
L5 - $y = 129,6783 + 17,07690x$	$R^2=0,96^{**}$
L6 - $y = 78,61854 + 13,87914x$	$R^2=0,98^{**}$
L7 - $y = 83,86601 + 17,12845x$	$R^2=0,98^{**}$
L8 - $y = 266,7439 + 42,62299x$	$R^2=0,97^{**}$
L9 - $y = 248,6220 + 24,88177x$	$R^2=0,90^{**}$

**Figura 1** – Condutividade elétrica de massa ( $mS\ cm^{-1}\ g^{-1}$ ) de nove lotes de sementes de brócolis embebidas em 25 mL de água por diferentes períodos, a 20 °C e com 25 sementes por repetição.

*Figure 1 - Mass electrical conductivity ( $mS\ cm^{-1}\ g^{-1}$ ) of nine broccoli seed lots (Lot 1 to 9) imbibed in 25 mL of water during different periods (h), at 20 °C and with 25 seeds per replication.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*



■ Lote 1    — Lote 2    ◆ Lote 3    ■ Lote 4    \* Lote 5  
 ● Lote 6    + Lote 7    ■ Lote 8    ▲ Lote 9

L1 - $y = 121,9220 + 8,402340x$	$R^2=0,90^{**}$
L2 - $y = 64,10584 + 16,59258x - 0,3842564x^2$	$R^2=0,99^{**}$
L3 - $y = 208,3194 + 28,41833x$	$R^2=0,97^{**}$
L4 - $y = 85,24346 + 27,97587x - 0,6904806x^2$	$R^2=0,99^{**}$
L5 - $y = 72,11902 + 26,27045x - 0,67427480x^2$	$R^2=0,99^{**}$
L6 - $y = 54,76114 + 19,79202x - 0,4979194x^2$	$R^2=0,99^{**}$
L7 - $y = 61,57797 + 20,20209x - 0,4612018x^2$	$R^2=0,99^{**}$
L8 - $y = 215,5304 + 106,7002x - 2,3823757x^2$	$R^2=0,99^{**}$
L9 - $y = 125,7704 + 54,95914x - 1,258538x^2$	$R^2=0,99^{**}$

**Figura 2** – Condutividade elétrica de massa ( $mS\ cm^{-1}\ g^{-1}$ ) de nove lotes de sementes de brócolis embebidas em 25 mL de água por diferentes períodos, a 25°C e com 25 sementes por repetição.

*Figure 2 - Mass electrical conductivity ( $mS\ cm^{-1}\ g^{-1}$ ) of nine broccoli seed lots (Lot 1 to 9) imbibed in 25 mL of water during different periods (h), at 25 °C and with 25 seeds per replication.*

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

**Tabela 5** – Condutividade elétrica de massa ( $mS\ cm^{-1}\ g^{-1}$ ) de nove lotes de sementes de brócolis embebidas em dois volumes de água à temperatura de 25°C.

*Table 5 - Mass electrical conductivity ( $mS\ cm^{-1}\ g^{-1}$ ) of nine broccoli seed lots imbibed in two water volumes, at 25 °C.*

Lotes/Lots	Volume de água (mL)/ Water volume (mL)	
	25	50
	mS cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup>	
1. Piracicaba Precoce	227,58 Ea	159,50 Da
2. Piracicaba Precoce	226,70 Ea	145,07 Da
3. Ramoso Santana	958,06 Ba	583,06 Bb
4. Ramoso Santana	441,92 Ca	296,67 Cb
5. Ramoso Santana	376,69 CDa	236,35 CDb
6. Flórida	307,77 DEa	222,66 CDb
7. Flórida	301,02 DEa	201,12 CDb
8. Baron	1327,57 Aa	892,75 Ab
9. Baron	874,80 Ba	546,62 Bb
Teste F (lotes)/F test (lots)	240,37 **	
Teste F (volume de água)/F test (water volume)	196,26 **	
Teste F (lotes x volume de água)/F test (lots x water volume)	11,65**	
CV (%)	22,16	

*The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.*

## Conclusão

O teste de condutividade elétrica com 25 sementes, em 25 mL de água, a 25 °C, por 24 horas, constituiu opção promissora para a avaliação da qualidade de sementes de brócolis.

## Agradecimento

Ao professor Dr. Rinaldo Cesar de Paula, do Departamento de Produção Vegetal da Unesp-FCAV, pela valiosa contribuição na análise estatística.

## Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v., n.2, p.427-452, 1973.
- FESSEL, S. A. **Condutividade elétrica em sementes de soja e milho em função da temperatura e do período de armazenamento**. 2001. 100f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 357p.
- HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zurich: ISTA, 1995. 117p.
- JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, n.1, p.123-131, 1996.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Situação atual do uso de testes de vigor como rotina em programas de sementes no Brasil. **Informativo Abrates**, Curitiba, v.1, n.3, p.42-53, 1991.
- LEOPOLD, A. C. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. **Plant Physiology**, Bethesda, v.65, n.4, p.1096-1098, 1980.
- LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p.37-53, 1988.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. New approaches to seed vigor testing. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p.27-33, 1998. Número Especial.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p.1.1-1.21.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Estudos comparativos de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.
- PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effect of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.621-627, 1996.
- POWELL, A. A. The controlled deterioration test. In VAN DE VENTER, H. A. (Ed.). **Seed Vigour Testing Seminar**. Zurich: The International Seed Testing Association, 1995. p.73-87.
- SÁ, M. E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19, 1999.
- SHORT, G. E.; LACY, M. L. Carbohydrate exudation from pea seeds: effect of cultivar, seed age, seed color, and temperature. **Phytopathology**, St. Paul, v.66, n.2, p.182-187, 1976.
- STYER, R. C.; CANTLIFFE, D. J. O. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.5, p.721-728, 1983.
- TAO, J. K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.3, n.1, p.10-18, 1978.
- TEBALDI, N. D.; SADER, R.; BIRUEL, R. P.; SCALON, N. J. O., BALLARIS, A. L.; GAVIOLI, E. Determinação do tempo e da temperatura para o teste de envelhecimento acelerado de sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L.) var. *italica* Plenck. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11., 1999, Foz do Iguaçu. **Informativo Abrates**, Curitiba, v.9, n.1/2, p.120, 1999. Resumos, 179.

Recebido em 31-3-2004.

Aceito para publicação em 1-3-2005.