

# VIGOR: SEPARAÇÃO DE LOTES DE SEMENTES PELA ATIVIDADE RESPIRATÓRIA

Andréa Bicca Noguez Martins, Patrícia Marini, Juliana De Magalhães Bandeira, Isabel Cristina Gouvea De Borba, Renan Rodrigues Quineper, Dario Munt De Moraes e Francisco Amaral Villela

## RESUMO

A indústria sementeira necessita cada vez mais da obtenção de resultados confiáveis quanto ao vigor da semente. Portanto, objetivou-se avaliar a atividade respiratória da semente como método para separar lotes de sementes de soja, feijão e milho em diferentes níveis de vigor. Para isso, foram realizados testes padrão como germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca da parte aérea e das raízes das plântulas e determinação da atividade respiratória de sementes de soja, feijão e

milho. Os resultados dos testes padrão de germinação e vigor para sementes de soja mostrou ser o lote dois (LII) o mais vigoroso e para as sementes de feijão e milho, o lote três (LIII), confirmando as respostas obtidas pela atividade respiratória verificada nestes lotes, os quais apresentaram maior liberação de CO<sub>2</sub> e caracterizaram a maior integridade de suas membranas celulares, inclusive as mitocondriais. Portanto, é possível concluir que a atividade respiratória é um método sensível para classificar lotes de sementes, sendo eficiente na separação de lotes de soja e feijão quanto ao vigor.

## Introdução

O controle da qualidade da semente é de fundamental importância dentro do cenário de evolução tecnológica da indústria sementeira, o qual é constantemente impulsionado pela competitividade do mercado (Ávila *et al.*, 2007). Por esse motivo, a percepção do valor da semente cresce a cada safra, necessitando aprimorar as técnicas e métodos de análises de sementes com a finalidade de aumentar a qualidade e, conseqüentemente, a produtividade (Abrantes *et al.*, 2010).

A partir de uma quantidade definida, identificada e homogênea de sementes com atributos físicos e fisiológicos semelhantes é constituído um lote

de sementes, no entanto, existem lotes que mesmo provenientes da mesma área de produção, podem apresentar heterogeneidade em termos de germinação e vigor (Aumonde *et al.*, 2012), dentro desse contexto, se busca por meio de procedimentos técnicos avaliar a qualidade de um lote (Marcos Filho *et al.*, 2006).

Em condições ambientais adequadas, o teste de germinação é geralmente um dos mais utilizados para avaliar a qualidade de sementes, entretanto, além de ser um método demorado, não avalia as possíveis alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas relacionadas ao processo de deterioração, o que não permite verificar o desempe-

nho das sementes quando as condições de ambiente se desviam das mais adequadas (Marcos Filho e Kikuti, 2006; Barbieri *et al.*, 2012). Portanto, é necessário a utilização de testes de vigor que identifiquem diferenças associadas aos eventos iniciais da sequência de deterioração, como redução da atividade respiratória e biossíntese de compostos. Além disso, estes testes devem ser de fácil execução, rápidos, de baixo custo e que apresentem alta relação com as análises de rotina em laboratórios de análises de sementes (Dutra e Vieira, 2006; Marcos Filho *et al.*, 2009).

Com base no exposto, e tendo conhecimento de que no início do processo de ger-

minação, com a reidratação da semente, a respiração é a primeira atividade metabólica a ser rapidamente ativada para níveis elevados, acelerando o metabolismo e a ativação de enzimas respiratórias e hidrolíticas (Höfs *et al.*, 2004), a verificação da qualidade fisiológica em sementes através do processo de respiração tem merecido especial atenção, pela alta relação verificada entre este fenômeno e a qualidade de sementes de algumas culturas, como por exemplo, feijão miúdo (Aumonde *et al.*, 2012) e girassol (Dode *et al.*, 2012). Entretanto, ainda existem poucas informações disponíveis na literatura referente a relação existente entre a atividade

**PALAVRAS-CHAVE / *Glycine max* L. / *Phaseolus vulgaris* L / Qualidade Fisiológica / Respiração / Sementes / Vigor / *Zea mays* L /**

Recebido: 19/06/2013. Modificado: 21/03/2014. Aceito: 25/03/2014.

**Andréa Bicca Noguez Martins.** Engenheira Agrônoma e Mestre em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Brasil. Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel, Brasil. Endereço: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, UFPel. Caixa Postal:

354, CEP: 96.010-900, Capão do Leão, RS, Brasil. e-mail: amartinsfv@hotmail.com

**Patrícia Marini.** Bióloga e Doutora em Fisiologia Vegetal e Bolsista CAPES de Pós-Doutorado, UFPel, Brasil.

**Juliana de Magalhães Bandeira.** Bióloga e Doutora em Ciências e Bolsista CAPES de Pós-Doutorado, UFPel, Brasil.

**Isabel Cristina Gouvêa de Borba.** Bióloga e Mestre em Fisiologia Vegetal, UFPel, Brasil.

**Renan Rodrigues Quineper.** Graduando em Agronomia, UFPel, Brasil.

**Dario Munt de Moraes.** Engenheiro Agrônomo e Doutor em Ciências, UFPel, Brasil. Professor, UFPel, Brasil.

**Francisco Amaral Villela.** Engenheiro Agrônomo e Doutor em Fitotecnia, USP, Brasil. Professor e Bolsista Produtividade CNPq, UFPel, Brasil.

## VIGOR: SEED LOT DIFFERENTIATION ACCORDING TO RESPIRATORY ACTIVITY

Andréa Bicca Noguez Martins, Patrícia Marini, Juliana De Magalhães Bandeira, Isabel Cristina Gouvea De Borba, Renan Rodrigues Quineper, Dario Munt De Moraes and Francisco Amaral Villela

### SUMMARY

The seed industry increasingly needs to obtain reliable results on seed vigor. To this end, the aim of this study was to evaluate respiratory activity as a method to classify seed lots of soybean, beans and maize according to vigor levels. Standard tests like germination, first count and germination speed index, electrical conductivity, seedling emergence, emergence speed, length and dry mass of shoots and roots of seedlings and determination of activity respiratory in three lots of soybean, beans and maize seeds were carried out. The results of the germina-

tion and vigor standard tests on soybean seeds showed that lot two (LII) was the most vigorous, and on the maize and bean seeds, lot three (LIII). These results confirm the responses obtained on the respiratory activity of these lots, which showed the greatest release of CO<sub>2</sub> and characterized the highest integrity of their cell membranes, including mitochondrial ones. Therefore, it is possible to conclude that the respiratory activity is a sensitive method for classifying seed lots, being effective in separating lots of soy and beans for vigor.

## VIGOR: LA SEPARACIÓN DE LOS LOTES DE SEMILLAS POR LA ACTIVIDAD RESPIRATORIA

Andréa Bicca Noguez Martins, Patrícia Marini, Juliana De Magalhães Bandeira, Isabel Cristina Gouvea De Borba, Renan Rodrigues Quineper, Dario Munt De Moraes y Francisco Amaral Villela

### RESUMEN

La industria de semillas requiere cada vez más obtener resultados fiables respecto al vigor de las semillas. Por ello, se ha utilizado la actividad respiratoria de la semilla como método para separar los lotes de semillas de soja, frijoles y maíz en diferentes niveles de calidad. A ese fin se realizaron pruebas estándar tales como germinación e índice de velocidad de germinación, conductividad eléctrica, emergencia de las plántulas, velocidad emergencia, longitud y peso seco de tallos y raíces de plántulas, y se midió la actividad respiratoria en semillas de soja, frijol y maíz. En las pruebas estándar de germinación

y vigor de semillas de soja el lote dos (LII) arrojó mejores resultados, mientras que en los lotes de semillas de maíz y frijol, el lote tres (LIII) fue el más vigoroso, lo que confirma las respuestas obtenidas por la actividad respiratoria observada en estos lotes, que mostraron una mayor liberación de CO<sub>2</sub> y caracterizaron la mayor integridad de las membranas celulares, incluyendo las mitocondriales. Por lo tanto, es posible concluir que la actividad respiratoria es un método sensible para la clasificación de lotes de semillas, siendo eficaz en la separación de aquellas de soja y frijol en cuanto al vigor.

respiratória de sementes e sua qualidade, não sendo suficientes para caracterizar o teste de respiração como padrão com o intuito de separar lotes de sementes quanto ao vigor. Diante disso, neste trabalho objetivou-se avaliar a atividade respiratória da semente como método para separar lotes de sementes de soja, feijão e milho em diferentes níveis de vigor.

### Material e Métodos

Foram utilizados três lotes de sementes de soja (cultivar NA 4990 RG) e milho (híbrido 32R 48H), ambas obtidas de empresa privada, e três lotes de sementes de feijão, cultivar Guapo Brillante, cedidas pelo Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado, CPACT-EMBRAPA. Para caracterizar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes e

determinar a atividade respiratória, as sementes foram submetidas às seguintes análises:

*Teste de germinação (G%)*, realizado com quatro repetições de 200 sementes, totalizando 800 sementes por lote para cada cultura. O substrato utilizado foi rolo de papel (germitest®) umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a sua massa inicial e mantidos em germinador regulado a 25°C. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinadas sendo as contagens finais realizadas aos oito, nove e sete dias após a semeadura (DAS) para as culturas de soja, feijão e milho, respectivamente, conforme as Regras para Análises de Sementes (RAS, 2009).

*Primeira contagem de germinação (PCG%)*, conduzida juntamente com o teste de

germinação, sendo a primeira contagem realizada aos cinco DAS para a soja e feijão e aos quatro DAS para o milho. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais para cada lote.

*Índice de velocidade de germinação (IVG)*, realizado juntamente com o teste de germinação, de acordo com metodologia descrita por Maguire (1962), onde contagens diárias foram realizadas a partir da protrusão da radícula pelo tegumento da semente, até que o número de plântulas germinadas permanecesse constante.

*Condutividade elétrica (CE)*, conduzido com quatro subamostras de 25 sementes para cada repetição, onde foi determinada a massa das sementes, as quais foram colocadas em copos de béquer com 80ml de água deionizada e mantidas em germinador a 25°C; após

os períodos de três e 24h de embebição, foram realizadas as leituras em condutivímetro de bancada modelo Digimed CD-21, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de sementes (Krzyzanowski *et al.*, 1991).

*Emergência das plântulas (E%)*. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas perfuradas, utilizando como substrato areia lavada, com quatro repetições de 200 sementes, para cada lote, os quais foram avaliados aos 21 DAS quanto ao número de plântulas emersas.

*Índice de velocidade de emergência (IVE)*, realizado juntamente com o teste de emergência mediante contagens diárias a partir da emergência das sementes até sua estabilidade, sendo calculada de acordo com Maguire (1962).

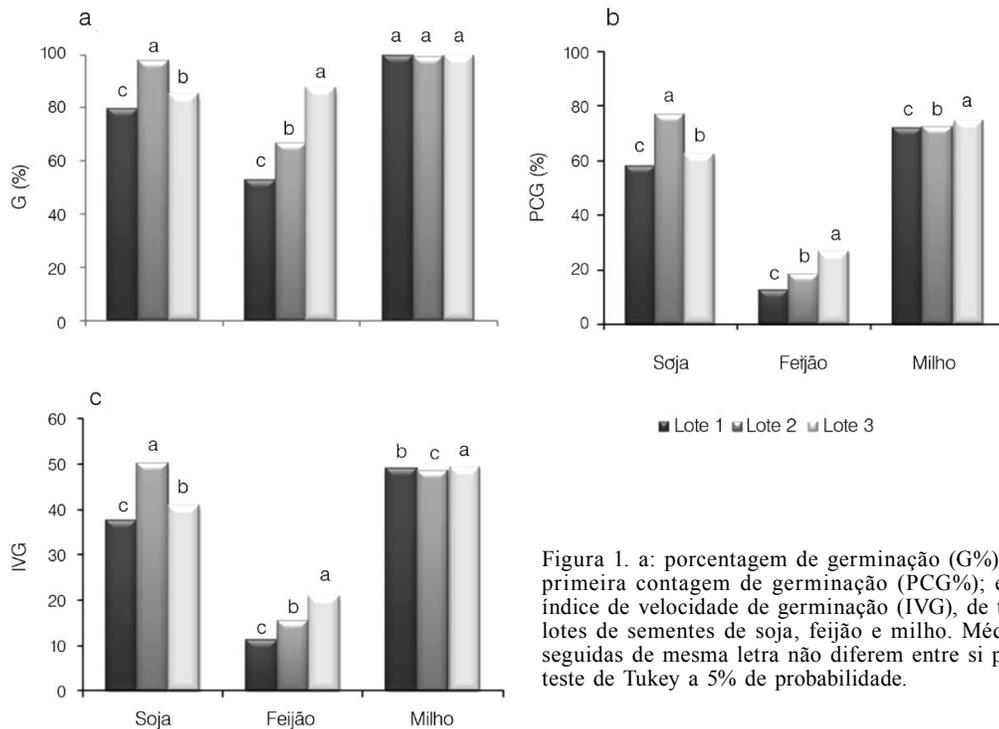


Figura 1. a: porcentagem de germinação (G%); b: primeira contagem de germinação (PCG%); e c: índice de velocidade de germinação (IVG), de três lotes de sementes de soja, feijão e milho. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR). Foram retiradas 40 plântulas por repetição provenientes do teste de germinação e 40 plântulas por repetição oriundas do teste de emergência de plântulas e, após, estas foram medidas com régua milimetrada e os resultados expressos em mm/plântula.

Massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), determinada gravimetricamente, após secagem em estufa  $70 \pm 1^\circ\text{C}$  até obtenção de massa constante, sendo os resultados expressos em mg/plântula.

A atividade respiratória (AR) foi determinada no aparelho

de Pettenkofer, sendo utilizadas 100g de sementes das espécies avaliadas. As sementes foram embebidas por 60min em 80 ml de água destilada para acelerar o processo respiratório, e após este período foi realizada a medição da respiração das sementes, segundo metodologia descrita por Moraes *et al.* (2012). Os resultados da taxa respiratória foram expressos em  $\text{mg CO}_2$  liberado/mg de semente/h. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade pelo software

WINSTAT (Machado e Conceição, 2007).

### Resultados e Discussão

A porcentagem de germinação demonstrou diferença significativa para os lotes de soja e feijão, sendo que para as sementes de soja o LII foi superior e para o feijão, o LIII (Figura 1a). O mesmo não ocorreu para as sementes de milho, onde o teste de germinação não apresentou diferença significativa entre os lotes, variando de 99,75% a 100% (Figura 1a). A primeira contagem de germinação (Figura 1b) e o índice de velocidade de germinação (Figura 1c)

avaliados em sementes de soja e feijão apresentaram resultados semelhantes aos encontrados no teste de germinação, destacando os mesmos lotes como os mais vigorosos (LII e LIII, respectivamente). Estas mesmas variáveis permitiram diferenciar os lotes de sementes de milho, onde o LIII foi superior aos demais (Figuras 1b e c, respectivamente).

O teste de condutividade elétrica (CE) mostrou para as três culturas, após três horas de embebição, diferença entre os lotes (Figura 2a). Os resultados encontrados para as sementes de soja revelam que a leitura da CE para o LI ( $2,1\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) foi superior quando comparada com os LIII ( $1,82\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e LII ( $1,6\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ), sendo que este último apresentou valores de CE inferiores aos LI e LIII, resposta que caracteriza a menor liberação de exsudatos pelas suas sementes. Em relação às sementes de feijão e milho, no mesmo período de embebição, o LIII de ambas as espécies (Figura 2a), apresentou menor perda de lixiviados ( $1,68$  e  $1,8\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ , respectivamente) e, conseqüentemente, maior integridade de suas membranas celulares, o que está de acordo com os resultados dos testes de G, PCG e IVG (Figuras 1a, b e c, respectivamente). Desta forma, os resultados da CE após três horas de embebição permitiram separar os lotes em diferentes níveis de vigor, ressaltando a importância dos mesmos no sentido de que evidenciam o início do processo deteriorativo (Santos *et al.*, 2005).

Após 24h de embebição, os resultados corroboram com os obtidos em três horas de embebição para as culturas de soja e feijão, no entanto, em relação a cultura do milho isto foi verificado apenas para o LIII, caracterizado pelo lote de maior vigor (Figura 2b). Portanto, verificou-se que, independentemente do período de embebição, as informações fornecidas por este teste, para as três culturas, tiveram relação direta com os testes de

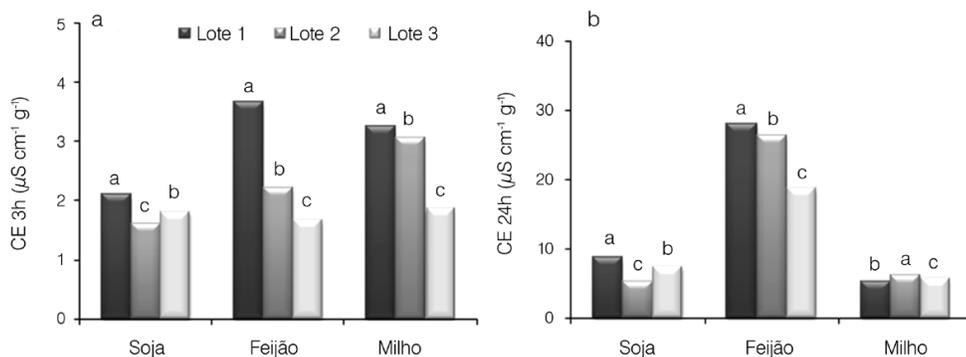


Figura 2. a, b: condutividade elétrica (CE) em 3 e 24h de incubação de três lotes de sementes de soja, feijão e milho. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

avaliação da qualidade inicial dos lotes de sementes (Figura 1). Informações nesse sentido, também, foram encontradas por Alves e Sá (2009) com sementes de rúcula, onde concluíram que o teste de CE mostrou-se eficiente para a avaliação do potencial fisiológico dessas sementes. De forma semelhante, também foi observada a eficiência do teste de CE para a separação de lotes em sementes de canola (*Brassica napus* L.; Ávila *et al.*, 2005), girassol (*Helianthus annuus* L.; Braz e Rossetto, 2009), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.; Nery *et al.*, 2009) e soja (*Glycine max* L.; Carvalho *et al.*, 2009).

O comprimento da parte aérea (CPA) e raízes (CR) das plântulas de soja oriundas do teste de germinação (Figuras 3a e b), indicaram o LII como sendo superior aos demais, sendo o LI o que apresentou pior desempenho, corroborando com os resultados dos testes de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação e condutividade elétrica (Figuras 1 e 2). Em trabalhos realizados com sementes de soja foi verificado que o comprimento da raiz foi eficiente para separação dos lotes em diferentes níveis de vigor (Vanzolini *et al.*, 2007). Em relação ao CPA e CR das plântulas de feijão e milho não houve diferenças significativas entre os três lotes (Figuras 3a e b).

A massa seca da parte aérea das plântulas de soja não apresentou diferença significativa

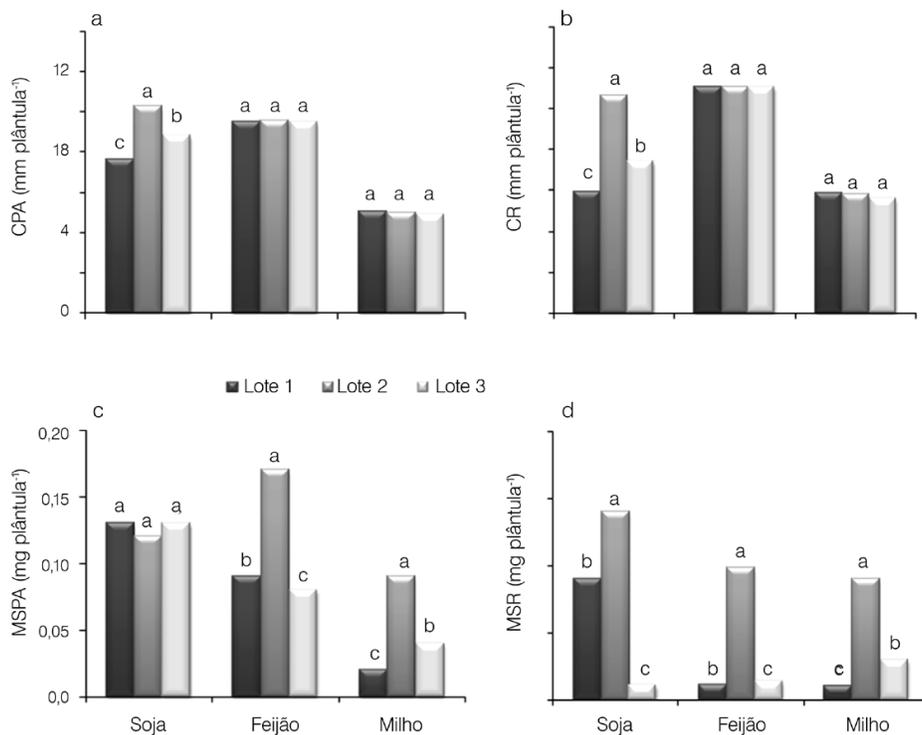


Figura 3. a, c: comprimento e massa seca da parte aérea (CPA, MSPA); e b, d: das raízes (CR, MSR) de plântulas de três lotes de sementes de soja, feijão e milho oriundas do teste de germinação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

para separar os lotes em diferentes níveis de vigor (Figura 3c), ao contrário da massa seca das raízes (Figura 3d) que diferenciou os lotes de sementes de soja em três níveis de vigor, assim como os resultados de CPA e CR, destacando o LII como sendo o mais vigoroso (Figuras 3a e b, respectivamente), corroborando com os resultados obtidos por Nascimento e Pereira (2007), os quais indicaram a eficiência da avaliação do comprimento de raiz primária para separar lotes de sementes de alface

em diferentes níveis de vigor. As variáveis de MSPA e MSR das plântulas de feijão e milho diferenciaram os três lotes em diferentes níveis de vigor (Figuras 3c e d, respectivamente), evidenciando que o LII apresentou maior acúmulo de biomassa nas duas culturas.

A porcentagem e o índice de velocidade de emergência para os lotes de sementes de soja e feijão (Figuras 4a e b, respectivamente) estão de acordo com os resultados encontrados nos demais testes descritos anteriormente (Figuras 1 e 2).

Contudo, para as sementes de milho, em relação à emergência, não foram observadas diferenças significativas entre os lotes (Figura 4a), sendo esta observada somente para o IVE, indicando superioridade do LI em relação aos demais lotes (Figura 4b). Este resultado não está de acordo com as demais variáveis analisadas, as quais caracterizaram o LIII como de melhor vigor. Da mesma forma que a E e o IVE, o comprimento da parte aérea (CPA) e das raízes (CR), assim como a massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) dos três lotes de sementes de soja e feijão crescidas em casa de vegetação, foram eficientes para distinguir os lotes, confirmando o LII como de alto vigor para a soja e o LIII para o feijão (Figura 5). Entretanto, estas mesmas variáveis não permitiram diferenciar os lotes de milho (Figura 5), o que pode ser explicado pela alta porcentagem de germinação obtida para esta cultura, evidenciando respostas semelhantes para a maioria das variáveis observadas, o que dificultou a separação destes lotes.

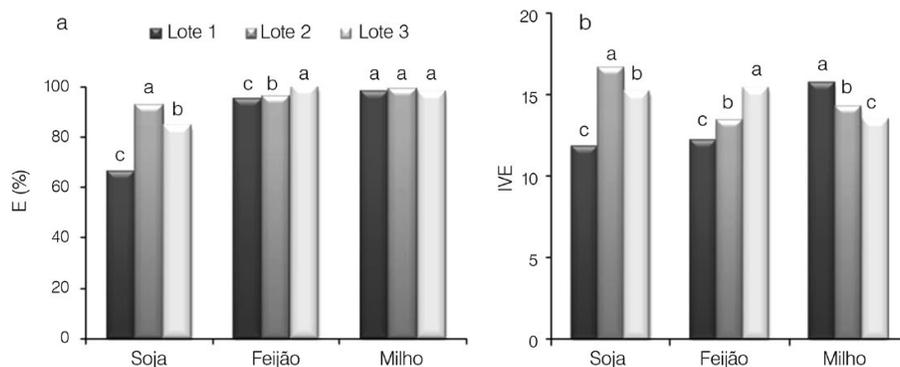


Figura 4. a: emergência de plântulas (E%); e b: índice de velocidade de emergência (IVE) de três lotes de sementes de soja, feijão e milho. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados permitiram relacionar os testes padrão dos lotes de sementes das três culturas, com a atividade respiratória medida no aparelho de Pettenkofer, de forma que para as sementes de soja, este teste indicou alta atividade respiratória para o LII, caracterizando-o como de maior vigor (Figura 6). Esta resposta infere que

a atividade e a integridade das mitocôndrias de embriões viáveis aumentam a partir do início da embebição, tornando mais eficiente a produção de ATP que é a energia necessária para o desenvolvimento vegetal (Castro e Hilhorst, 2004).

Estes resultados estão de acordo com a classificação dos três lotes de soja observada nos testes padrão de germinação e vigor (Figuras 1, 2 e 3). O mesmo foi constatado em lotes de sementes de girassol cv. MG2 (Dode *et al.*, 2012), feijão-miúdo (Aumonde *et al.*, 2012) e soja cv. 8000 (Mendes *et al.*, 2009). Os resultados deste trabalho mostraram que a medição da respiração das sementes pode ser uma importante ferramenta na separação de lotes de sementes quanto ao vigor.

Para as sementes de feijão, da mesma forma que para as sementes de soja, os resultados da respiração foram reforçados pelos resultados obtidos nos demais testes padrão de germinação e vigor (Figuras 1, 2 e 3), ressaltan-

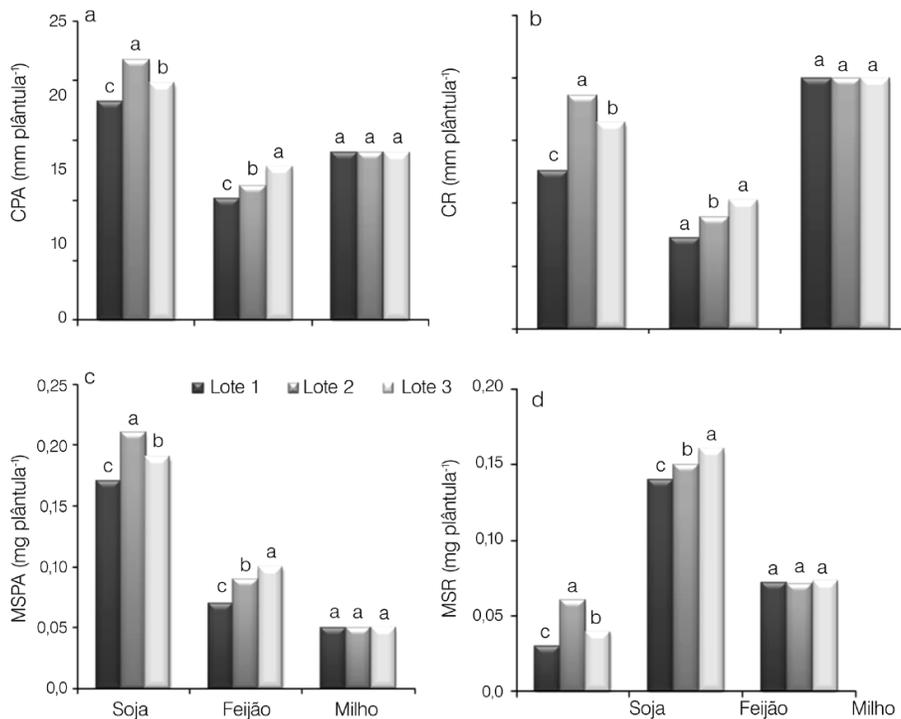


Figura 5. a: comprimento de parte aérea (CPA), e b: das raízes (CR); c: massa seca de parte aérea (MSPA) e d: das raízes (MSR) das plântulas dos três lotes de sementes de soja, feijão e milho oriundas do teste de emergência em casa de vegetação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

do o teste de CE, que em ambos os períodos de embebição, apresentou tendência a perda de líquidos nos lotes de sementes de feijão de menor vigor, evidenciando maior velocidade no processo de deterioração das membranas dos mesmos.

Através dos testes padrão de germinação e vigor nem sempre foi possível diferenciar os lotes de sementes de milho, porém, a análise da atividade respiratória permitiu identificar diferenças tênues em relação ao vigor destes lotes, evidenciando a sensibilidade deste teste.

Estudos evidenciam que alterações responsáveis pela queda do vigor reduzem a taxa respiratória e a atividade de enzimas, enquanto outros sugerem reduções na quantidade de

enzimas e na normalidade de sua formação nas mitocôndrias (Mendes *et al.*, 2009). Devido ao fato dessa organela não ter um sistema organizado de membranas em sementes secas e no início do processo de embebição, a recuperação estrutural começa a ocorrer à medida que a hidratação prossegue, tornando-se mais eficiente na fosforilação oxidativa (Castro e Hilhorst, 2004). Portanto, a manutenção do vigor pode ser visualizada como consequência do período de tempo necessário para que as mitocôndrias fiquem mais eficientes, passem a executar funções respiratórias e o sistema de membranas se torne mais organizado (Marcos Filho *et al.*, 2006).

Conforme observado neste trabalho a maior atividade respiratória foi verificada nos lotes de sementes que foram classificados como os mais vigorosos, através dos testes padrão de qualidade fisiológica, tendo em vista que a maior liberação de

CO<sub>2</sub> caracterizou a integridade das membranas celulares, inclusive as mitocôndrias.

## Conclusão

A atividade respiratória é um método sensível para classificar lotes de sementes, sendo eficiente na separação de lotes de soja e feijão quanto ao vigor.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo suporte financeiro para realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Abrantes FL, Kulczynski SM, Soratto RP, Barbosa MMM (2010). Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). *Rev. Bras. Sem. 32*: 106-115.
- Alves CZ, Sá ME (2009). Teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor de sementes de rúcula. *Rev. Bras. Sem. 31*: 203-215.
- Aumonde TZ, Marini P, Moraes DM, Maia MS, Pedó T, Tillmann MAA, Villela FA (2012). Classificação do vigor de sementes de feijão miúdo pela atividade respiratória. *Interciência 37*: 55-58.
- Ávila MR, Braccini AL, Scapim CA, Martorelli DT, Albrecht LP (2005). Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. *Rev. Bras. Sem. 27*: 62-70.
- Ávila MR, Braccini AI, Scapim CA, Mandarino JMG, Albrecht LP, Vidigal Filho OP (2007). Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. *Rev. Bras. Sem. 29*: 111-127.
- Barbieri APP, Menezes NL, Conceição GM, Tunes LM (2012).

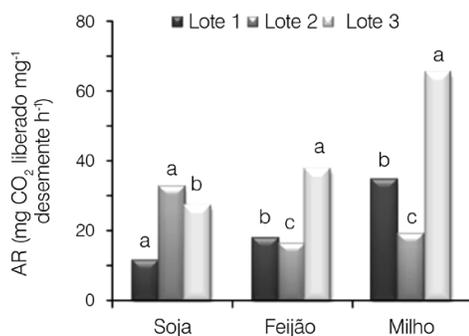


Figura 6. Atividade respiratória (AR) de três lotes de sementes de soja, feijão e milho. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

- Teste de lixiviação de potássio para a avaliação do vigor de sementes de arroz. *Rev. Bras. Sem. 34*: 117-124.
- Braz MRS, Rossetto CAV (2009) Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. *Rev. Ciênc. Rural 39*: 2004-2009.
- Carvalho LF, Sediya CS, Reis MS, Dias DCFS, Moreira MA (2009) Influência da temperatura de embebição da semente de soja no teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica. *Rev. Bras. Sem. 41*: 9-17.
- Castro RD, Hilhorst HWM (2004). Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira AG, Borghetti F (Orgs). *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 149-162.
- Dode JS, Meneghello GE, Moraes DM, Peske ST (2012) Teste de respiração para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol. *Rev. Bras. Sem. 34*: 686-691.
- Dutra AS, Vieira RD (2006). Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de abobrinha. *Rev. Bras. Sem. 28*: 117-122.
- Höfcs A, Schuch LOB, Peske ST, Barros ACSA (2004). Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. *Rev. Bras. Sem. 26*: 55-62.
- Krzyzanowski FC, França-Neto JB, Henning AA (1991) Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. *Informativo Abrates 1*: 15-50.
- Machado A, Conceição AR (2007). *Programa Estatístico Winstat: Sistema de Análise Estatístico para Windows*. Pelotas, Brasil.
- Maguire J (1962) Speed of germination-Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci. 2*: 176.
- Marcos Filho J, Kikuti ALP (2006). Vigor de sementes de rabanete e o desempenho de plantas em campo. *Rev. Bras. Sem. 28*: 44-51.
- Marcos Filho J, Bennett MA, McDonald MB, Evans A, Grassbaugh EM (2006). Assessment of melon seed vigour by an automated computer imaging system compared to traditional procedures. *Seed Sci. Technol. 31*: 485-497.
- Marcos Filho J, Kikuti ALP, Lima LB (2009). Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. *Rev. Bras. Sem. 31*: 102-112.
- Mendes CR, Moraes DM, Lima MGS, Lopes NF (2009) Respiratory activity for the differentiation of vigor on soybean seeds lots. *Rev. Bras. Sem. 31*: 171-176.
- Moraes DM, Bandeira JM, Marini P, Lima MGS, Mendes CR (2012) *Práticas Laboratoriais em Fisiologia Vegetal*. 1ª.ed. Cópia Santa Cruz, Pelotas, Brasil. pp. 162.
- Nascimento WM, Pereira RS (2007) Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. *Rev. Bras. Sem. 29*: 175-179.
- Nery MC, Carvalho MLM, Guimarães RM (2009) Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de nabo forrageiro. *Informativo Abrates 19*: 9-20.
- RAS (2009) *Regras para Análise de Sementes. SNAD/CLAV*. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Brasília, Brasil. 398p.
- Santos CMR, Menezes NL, Villela FA (2005). Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. *Rev. Bras. Sem. 27*: 104-114.
- Vanzolini S, Araki CAS, Silva ACTM, Nakagawa J (2007) Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Rev. Bras. Sem. 29*: 90-96.