

# QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA E CORRELAÇÕES COM A EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS NO CAMPO<sup>1</sup>

Marlei Rosa dos Santos<sup>2</sup>  
Múcio Silva Reis<sup>3</sup>  
Tuneo Sedyama<sup>3</sup>  
Carlos Sigueyuki Sedyama<sup>3</sup>  
Luiz Antônio dos Santos Dias<sup>4</sup>  
Eduardo Fontes Araújo<sup>3</sup>

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em três épocas, bem como estimar as correlações entre os resultados dos testes utilizados nessas avaliações com a emergência das plântulas no campo, antes do armazenamento das sementes e após quatro e oito meses de armazenamento. Sementes das variedades CAC-1, FT-Cristalina, UFV-16 (Capinópolis) e das respectivas linhagens (CAC-1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo), com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3, obtidas pelo método de retrocruzamento, assim como sementes das variedades Doko-RC, Savana, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV-19 (Triângulo) foram multiplicadas no campo, no ano agrícola 2000/01. As colheitas das variedades e linhagens foram realizadas no estádio R8, e aos 15 e 30 dias após este estádio. Posteriormente, as sementes foram embaladas em sacos de tecido

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 30.11.2005. Parte da dissertação de doutorado em Fitotecnia na UFV, pela primeira autora. Bolsista do CNPq.

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Doutoranda do Programa de Pós - Graduação em Fitotecnia, Depto. de Fitotecnia, UFV, 36570-000, Viçosa, MG; E-mail: marleirs@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Prof. Titular do Depto. de Fitotecnia, UFV, 36570-000, Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, DSc, CEPLAC; bolsista CNPq; Pesq. Associado à UFV/BIAGRO, 36570-000, Viçosa, MG.

algodão, e armazenadas por até oito meses em condições ambientais. Retiraram-se, previamente, amostras de sementes de cada tratamento, por época de colheita e repetição, para a realização dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, emergência das plântulas no campo e sanidade. O teste de emergência das plântulas no campo também foi realizado após quatro e oito meses de armazenamento das sementes. As sementes das variedades e linhagens em estudo, apresentaram comportamento diferenciado nas três épocas de colheita, no tocante à germinação, sanidade e vigor avaliado por meio dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. As linhagens triplo-nulos apresentaram sementes com maior sensibilidade aos efeitos do retardamento de colheita em comparação com as variedades das quais originaram. As sementes da variedade UFV-16 (Capinópolis) apresentaram os maiores percentuais de fungos, mediante o retardamento de colheita. Nas condições de campo mais próximas das ideais (janeiro de 2002), os resultados de emergência das plântulas apresentaram a maior correlação com o teste de germinação em todas as épocas de colheita. Em condições adversas (setembro e maio), a emergência das plântulas oriundas de sementes colhidas no estágio R8+30 apresentou maior correlação com o vigor, avaliado por meio do teste de envelhecimento acelerado.

Palavras-chave: soja, sementes, qualidade, emergência no campo.

## ABSTRACT

### PHYSIOLOGICAL AND SANITARY QUALITIES OF SOYBEAN SEEDS COLLECTED AT DIFFERENT TIMES AND CORRELATIONS WITH FIELD SEEDLINGS EMERGENCE

This study was carried out to evaluate the physiological and sanitary qualities of soybean seeds collected at three different times, as well as to estimate the correlation between the results of the tests used in such evaluations and seedlings emergence in the field, before seed storage and after four and eight months under storage. A number of seeds of the cultivars CAC-1, FT – Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) and their respective inbred lines (CAC-1 triple-null, FT-Cristalina triple-null and UFV-16 triple-null) with absence of the three lipoxygenases LOX1, LOX2 and LOX3 were obtained by the backcrossing method. Those cultivars and their inbred lines as well as the cultivars Doko-RC, Savanna, UFV-18 (Patos de Minas) and UFV-19 (Triângulo Mineiro) were multiplied under field conditions in the agricultural year 2000/01. The cultivars and inbred lines were collected at stage R8 and at 15 and 30 days after this stage. Later, the seeds were packed in cotton cloth and stored up to eight months under environmental conditions. Before storage, the seed samples were removed from each treatment to accomplish the following tests: germination; accelerated aging; electrical conductivity; potassium leakage; emergence of the seedlings in the field, and sanity. Seedling emergence test in the field was also performed after four and eight months of seed storage. The seeds of the cultivars and inbred lines exhibited a distinct behavior at three harvesting times for germination, sanity and vigor evaluated by the accelerated aging and electrical conductivity tests. The triple-null inbred lines exposed the seeds with higher sensitivity to harvest retardation effect, compared to the cultivars they originated from. The UFV-16 (Capinópolis) cv. seeds showed the highest fungus percentiles with harvest delay. Under field conditions closer to the ideal ones (January

2002), seedling emergence results presented the highest correlation with the germination test at all harvesting times. Under adverse conditions (September and May), the emergence of the seedlings originating from the seeds harvested at stage R8+30 showed a higher correlation with vigor evaluated by the accelerated aging test.

Key words: soybean, seeds, quality, emergence in field.

## INTRODUÇÃO

A utilização de sementes de boa qualidade fisiológica é fator primordial no estabelecimento de lavouras de soja. Sementes de baixa qualidade, isto é, com potencial de germinação e vigor reduzidos, originam lavouras com baixa população de plantas. A consequência de lavouras com populações inadequadas de plantas é o prejuízo econômico (21).

Segundo Tekrony e Egli (31), o potencial fisiológico das sementes pode afetar, indiretamente, a produção da lavoura, ao afetar também a velocidade e percentagem de emergência das plântulas e o estande final, e diretamente, o vigor da planta.

Freqüentemente, observa-se que lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo e, ou no armazenamento. Segundo Delouche e Baskin (9), tais diferenças podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos, associadas à deterioração, geralmente ocorrem antes que o declínio na capacidade germinativa seja verificado. A perda de germinação é um indicativo importante da perda de qualidade, mas é a última consequência do processo de deterioração.

A deterioração tem início imediatamente após a maturidade fisiológica, e prossegue enquanto as sementes permanecem no campo durante a colheita, processamento e armazenamento. Tanto a intensidade quanto a velocidade deste processo dependem de fatores genéticos e ambientais, e estão relacionadas aos cuidados durante o manejo dos lotes de sementes (22).

A qualidade fisiológica de um lote de sementes é avaliada, rotineiramente, pelo teste padrão de germinação, cujos resultados freqüentemente não correspondem ao desempenho apresentado pelos lotes de sementes em condições de campo (1, 25, 34). Devido a este fato, tecnólogos e produtores de sementes têm buscado métodos mais confiáveis e possíveis de serem padronizados para determinar o real potencial de desempenho de um lote. Nesse sentido, os testes de vigor têm despertado grande interesse na identificação de possíveis diferenças na qualidade fisiológica entre lotes cujas sementes apresentam poder germinativo semelhante.

A relação entre os resultados dos testes para avaliação da qualidade de sementes e o desempenho no campo está diretamente relacionada às condições

ambientais. A capacidade dos testes conduzidos em laboratório para estimar o potencial de emergência das plântulas no campo, diminui à medida que as condições ambientais desviam-se das mais adequadas, tornando-se praticamente nulas sob condições extremamente desfavoráveis (22).

Byrum e Copeland (5) sugerem, que em razão de no campo raramente ocorrerem condições favoráveis, testes de vigor, em associação com o teste de germinação seriam viáveis para identificar os lotes que apresentariam melhor desempenho no campo.

De acordo com Edje e Burris (15), as sementes de soja com baixo vigor apresentam germinação mais lenta e produzem plântulas menores e pouco desenvolvidas. Dessa forma, mesmo sob condições ideais de semeadura no campo, o estande inicial poderá ser comprometido.

Johnson e Wax (19) observaram que um maior número de testes de vigor correlacionou-se à emergência no campo quando as condições de plantio eram favoráveis, se comparadas a condições adversas.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja colhidas em três épocas, bem como estimar as correlações existentes entre os resultados dos testes utilizados nessas avaliações com a emergência das plântulas no campo, antes do armazenamento das sementes e após quatro e oito meses de armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Campo Experimental "Professor Diogo Alves de Mello", e no Laboratório de Análise de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG.

Foram utilizadas sementes de soja das variedades CAC-1, FT-Cristalina, UVF-16 (Capinópolis) e das respectivas linhagens com ausência das três lipoxigenases LOX1, LOX2 e LOX3 (CAC-1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo), obtidas pelo método de retrocruzamento com recuperação parcial, bem como das variedades Doko-RC, Savana, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV-19 (Triângulo), fornecidas pelo Departamento de Fitotecnia da UFV.

As sementes de cada variedade e de cada linhagem triplo-nulo foram multiplicadas no campo no ano agrícola 2000/01, em parcelas de doze fileiras de 5 m de comprimento e espaçamento entre fileiras de 0,70 m, utilizando-se, na semeadura, 20 sementes/m. A técnica de "roguing" foi realizada em cada parcela a fim de eliminar as plantas atípicas, baseando-se na cor da flor, na cor da pubescência, no hábito de crescimento e no ciclo de floração e maturação.

As colheitas das sementes das variedades e linhagens foram realizadas em três épocas: a primeira, no estágio de maturação R8 da escala de Fehr e Caviness (17), quando 95% das vagens apresentavam-se maduras; a segunda e a terceira, aos 15 e aos 30 dias após o estágio R8, respectivamente. Em cada época, foram colhidas em conjunto, quatro fileiras aleatórias de cinco metros, e as plantas foram debulhadas em trilhadeira estacionária. Após serem submetidas à limpeza e secagem ao sol até atingirem, aproximadamente, 10 a 11% de umidade, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e mantidas em câmara fria com temperatura de 10°C e umidade relativa do ar de 65%.

Concluída a colheita da última época (30 dias após o R8), o volume total de sementes de cada tratamento (variedade ou linhagem e época de colheita) foi dividido em quatro partes (repetições). Em seguida, as sementes foram embaladas em sacos de tecido de algodão e armazenadas, por até oito meses, em condições ambientais (sem controle de temperatura e umidade relativa do ar) na Unidade de Beneficiamento de Sementes do Departamento de Fitotecnia da UFV. Portanto, constituíram-se 120 parcelas (10 materiais genéticos x 3 épocas de colheita x 4 repetições), as quais foram amostradas em cada período de armazenamento (zero, quatro e oito meses), constituindo as subparcelas. A temperatura média durante o período de armazenamento foi de 21,44°C, e a umidade relativa do ar, 73,69%.

As avaliações da qualidade fisiológica e sanitária das sementes foram realizadas antes do armazenamento, enquanto a emergência das plântulas no campo foi avaliada antes do armazenamento e após quatro e oito meses de armazenamento.

As sementes de cada parcela foram avaliadas por meio dos seguintes testes: a) germinação - foram utilizadas duas amostras de 50 sementes de cada parcela, em rolo de papel germitest, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em germinador a 25°C. As avaliações foram realizadas aos cinco e oito dias após a instalação do teste, segundo os critérios estabelecidos pela Regras para Análise de Sementes (4); b) envelhecimento acelerado - foram utilizadas caixas gerbox com tampa metálica horizontal fixada na posição mediana. Sob a tampa, foram adicionados 40 mL de água e, sobre a tampa, foram distribuídas 100 sementes de cada parcela. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas em uma incubadora tipo BOD, a 41°C, onde permaneceram por 48 horas (1, 20, 22). Após este período, as sementes foram colocadas para germinar nas mesmas condições utilizadas no teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a montagem do teste. Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais; c) condutividade

elétrica - adotou-se a metodologia proposta pela AOSA (1) e relatada por Vieira e Krzyzanowski (35). Foram utilizadas 50 sementes de cada parcela, as quais foram pesadas com precisão de 0,001g e, posteriormente, colocadas em copos plásticos (bulk system) contendo 75 mL de água destilada e levadas para uma estufa-incubadora tipo BOD, a 25°C, onde permaneceram durante 24 h. Decorrido esse período, o conteúdo dos copos foi agitado com um bastão de vidro para permitir uniformização dos lixiviados na solução, procedendo-se então, às leituras da condutividade elétrica na solução de embebição em condutivímetro DIGIMED, modelo CD-21. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  de semente; d) lixiviação de potássio - foram utilizadas 25 sementes de cada parcela, imersas em 75 mL de água destilada a 30°C, durante 30 min, conforme Custódio (8). Após este procedimento, as soluções de cada amostra foram filtradas, tomando-se uma alíquota de 2 mL, que foi colocada em copo de 25 mL, ao qual adicionou-se 8 mL de água destilada, procedendo-se às leituras em aparelho de fotometria de chama a 768 nm e fenda igual a 0,40 mm (28). Os resultados foram expressos em mg de potássio (K) por grama de sementes; e) sanidade - a qualidade sanitária das sementes foi avaliada pelo teste do papel-filtro, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (4), com modificações. As caixas gerbox foram previamente lavadas com detergente e desinfetadas com hipoclorito de sódio a 2%, contendo sete folhas de papel-filtro embebidas com água autoclavada e tratada com estreptomicina a 100 mg por litro. Utilizaram-se duas subamostras de 25 sementes para cada parcela. Em cada gerbox, em condições assépticas, foram distribuídas 25 sementes previamente tratadas com álcool a 70% e hipoclorito de sódio a 2%, durante um minuto cada. Em seguida, foram lavadas com água destilada e autoclavada. As sementes foram incubadas em condições ambientais durante 7 dias, quando então procedeu-se a identificação e a determinação da percentagem de sementes infectadas por fungos; f) emergência das plântulas no campo - utilizaram-se 50 sementes de cada subparcela, as quais foram distribuídas em sulcos de 1,0 m de comprimento e cobertas com 2,0 cm de solo, aproximadamente, sendo o espaçamento entre sulcos de 0,30 m. A irrigação foi realizada sempre que necessário. A avaliação da emergência baseou-se na contagem final do total de plântulas emergidas por repetição, ou seja, quando a percentagem de plântulas emergidas permaneceu constante. Foram consideradas como plântulas normais emergidas aquelas cujos cotilédones encontravam-se inteiramente acima da superfície do solo, e com as folhas unifolioladas e com as margens não mais se tocando. Visando caracterizar as condições de campo em cada época (período de armazenamento), determinou-se o índice de emergência no campo, em percentagem, conforme proposto por Egli e Tekrony (16).

Uma vez obtidos os índices médios de emergência no campo, por material genético e por época de colheita em cada período de armazenamento, calculou-se a média aritmética dos dez materiais genéticos.

Os dados foram analisados considerando-se o experimento como inteiramente casualizado em parcelas subdivididas. Os tratamentos alocados nas parcelas foram compostos pelos 10 materiais genéticos (sete variedades e três linhagens triplo-nulos) combinados com as três épocas de colheita (R8, R8 + 15 e R8 + 30 dias), sendo os três períodos de armazenamento (0, 4, 8 meses) considerados subparcelas. Para cada teste em laboratório, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, enquanto para os testes de emergência no campo utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com cada repetição de armazenamento constituindo um bloco. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, os quais indicaram a necessidade de transformação dos dados obtidos no teste de sanidade e lixiviação de potássio, sendo estes transformados em  $Y = \sqrt{X + 0,5}$ . A comparação entre a qualidade fisiológica e a qualidade sanitária das sementes dos diferentes materiais genéticos, dentro e entre cada época de colheita, em cada teste, foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As correlações entre os dados obtidos nos testes de laboratório e a emergência das plântulas no campo, em cada época de plantio (setembro/01, janeiro/02 e maio/02), foram estimadas pelo coeficiente de correlação de Pearson. Todas as análises foram processadas utilizando o programa SAS (29), procedimento GLM.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, no Quadro 1, que não houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as percentagens de germinação das sementes dos dez materiais genéticos, colhidas no estágio R8. Por outro lado, as sementes colhidas aos 15 e 30 dias após R8 apresentaram comportamento diferenciado quanto à germinação.

Analisando o efeito da época de colheita em cada material genético, observa-se que não houve diferença entre a germinação das sementes colhidas no estágio R8 e aos 15 dias após este estágio, para todos os materiais. As variedades CAC-1, FT-Cristalina, Doko-RC e UFV-18 (Patos de Minas) e a linhagem FT-Cristalina triplo-nulo não apresentaram diferenças quanto à percentagem de germinação das sementes colhidas nas três épocas, mostrando serem mais resistentes ao retardamento de colheita. Tal fato está relacionado à característica genética de cada material em resistir mais ou menos tempo às condições adversas que ocorrem no

campo, após a maturidade fisiológica das sementes. Em alguns trabalhos, tem sido observada variação no comportamento de variedades de soja com relação ao período em que as plantas podem permanecer no campo após a maturação, mantendo alto poder germinativo das sementes (6, 30). Braccini et al. (3) também observaram que o retardamento da colheita provocou redução no vigor e na germinação das sementes, em decorrência do avanço no processo de deterioração dessas sementes, mas com intensidades diferentes para os genótipos estudados.

QUADRO 1 - Médias, em percentagem, de plântulas normais obtidas no teste de germinação, conduzido antes do armazenamento de sementes de soja colhidas em três épocas <sup>1/</sup>			
Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	89,75aA	96,75aA	93,00abA
CAC-1 triplo-nulo	93,25aA	92,50abcA	79,25cdeB
FT-Cristalina	97,25aA	97,25aA	97,75aA
FT-Cristalina triplo-nulo	94,00aA	95,75abA	94,75abA
UFV-16 (Capinópolis)	89,75aA	87,25bcA	73,50deB
UFV-16 triplo-nulo	93,75aA	93,25abA	79,75cdB
Doko-RC	92,75aA	97,25aA	89,50abA
Savana	92,00aA	83,50cA	70,25eB
UFV-18 (Patos de Minas)	95,00aA	92,25abcA	86,50cdA
UFV-19 (Triângulo)	98,00aA	95,50abA	78,00cdeB

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

Quanto ao vigor das sementes avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado (Quadro 2) e condutividade elétrica (Quadro 3), observa-se, também, que não houve diferença significativa entre os materiais estudados para as sementes colhidas no estágio R8. Entretanto, as sementes colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8 apresentaram diferentes níveis de vigor.



No Quadro 2, observa-se que as variedades CAC-1 e FT-Cristalina não mostraram diferenças entre o vigor das sementes quanto às épocas de colheita. Além disso, destacaram-se também por apresentar maiores níveis de vigor nas sementes colhidas 30 dias após R8. Por outro lado, verificaram-se menores níveis de vigor nas sementes da variedade Savana e das linhagens CAC-1 triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo, aos 30 dias após R8.

De acordo com os resultados obtidos no teste de condutividade elétrica (Quadro 3), todos os materiais genéticos em estudo apresentaram comportamento diferenciado entre as épocas de colheita. As sementes da variedade Savana, colhidas 30 dias após R8, apresentaram o menor vigor, porém não diferindo ( $P < 0,05$ ) das sementes da linhagem CAC-1 triplo-nulo.

QUADRO 2 - Médias, em percentagem, de plântulas normais obtidas no teste de germinação após o envelhecimento acelerado, conduzido antes do armazenamento de sementes de soja colhidas em três épocas<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	82,00aA	86,00abcA	83,75aA
CAC-1 triplo-nulo	83,00aA	78,50bcdeA	42,25dB
FT-Cristalina	90,50aA	92,00aA	92,25aA
FT-Cristalina triplo-nulo	86,75aA	77,25bcdeAB	71,75bB
UFV-16 (Capinópolis)	87,50aA	71,50deB	56,25cC
UFV-16 triplo-nulo	89,25aA	69,50eB	38,50dC
Doko-RC	83,75aA	88,75abA	64,25bcB
Savana	92,75aA	76,25cdeB	44,00dC
UFV-18 (Patos de Minas)	86,00aA	82,00abcdA	64,50bcB
UFV-19 (Triângulo)	86,00aA	76,00cdeB	59,50cC

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

Comparando o vigor das sementes das variedades CAC-1, FT-Cristalina e UFV-16 (Capinópolis) com suas respectivas linhagens CAC-1 triplo-nulo, FT-Cristalina triplo-nulo e UFV-16 triplo-nulo (Quadros 2 e 3), nota-se que as sementes dos materiais triplo-nulos foram mais sensíveis aos efeitos do retardamento de colheita do que as variedades. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Dias (11), sugerindo que a presença de lipoxigenases nas sementes pode estar relacionada com a tolerância à deterioração no campo, decorrente do retardamento da colheita.

QUADRO 3 - Médias dos resultados do teste de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) conduzido antes do armazenamento das sementes de soja colhidas em três épocas<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	69,92aA	74,54abA	95,78abB
CAC-1 triplo-nulo	83,07aA	99,39cA	129,19deB
FT-Cristalina	64,70aA	82,34abcAB	94,18abB
FT-Cristalina triplo-nulo	78,11aA	91,76bcA	120,18cdB
UFV-16 (Capinópolis)	67,30aA	86,75abcB	89,78aB
UFV-16 triplo-nulo	70,69aA	87,48abcAB	105,34abcB
Doko-RC	71,88aA	67,58aA	91,71aB
Savana	81,88aA	97,63cA	142,65eB
UFV-18 (Patos de Minas)	77,37aA	87,64abcA	114,29bcdB
UFV-19 (Triângulo)	70,78aA	71,51abA	96,65abB

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

No Quadro 4, observa-se que não houve diferença quanto à lixiviação de potássio entre as sementes dos dez materiais genéticos, dentro de cada época de colheita. Estes resultados discordam daqueles obtidos por Custódio (8), quando demonstrou eficiência no teste de lixiviação de potássio para separar os lotes em níveis de vigor. Avaliando cada material nas diferentes épocas de colheita, observa-se que as

sementes colhidas no estágio R8 apresentaram os menores valores de potássio lixiviado, refletindo maior vigor. O teste de lixiviação de potássio, segundo outras pesquisas, tem-se mostrado relevante para discriminar o potencial fisiológico de lotes de sementes (23, 24, 13).

QUADRO 4 - Médias de lixiviação de potássio (mg/g sementes) determinada antes do armazenamento de sementes de soja colhidas em três épocas<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita <sup>2</sup>		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	0,257aA	0,688aB	0,561aAB
CAC-1 triplo-nulo	0,257aA	0,754aB	0,710aB
FT-Cristalina	0,422aA	0,754aB	0,892aB
FT-Cristalina triplo-nulo	0,292aA	0,869aB	0,777aB
UFV-16 (Capinópolis)	0,240aA	0,561aB	0,645aB
UFV-16 triplo-nulo	0,189aA	0,846aB	0,916aB
Doko-RC	0,292aA	0,688aB	0,520aAB
Savana	0,223aA	0,754aB	0,754aB
UFV-18 (Patos de Minas)	0,328aA	0,846aB	0,846aB
UFV-19 (Triângulo)	0,292aA	0,777aB	0,624aB

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

<sup>2/</sup> Dados originais, previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística.

Com o retardamento da colheita, todos os materiais estudados apresentaram maior percentagem de sementes infectadas por fungos (Quadro 5), com exceção das variedades Doko-RC, Savana e UFV-18 (Patos de Minas), que mantiveram o mesmo nível de infecção das sementes nas três épocas de colheita. Por outro lado, as sementes da variedade UFV-16 (Capinópolis) colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8, apresentaram elevadas percentagens de sementes infectadas por fungos, mostrando-se mais susceptíveis ao ataque de fungos no campo. Isto pode ter ocorrido em consequência das condições climáticas durante o período de permanência das plantas no campo após o estágio R8 (10), bem como devido ao ciclo mais curto deste cultivar, que favorece a infecção

das sementes por fungos, principalmente quando sua maturação coincide com períodos chuvosos (10, 33).

QUADRO 5 - Valores médios, em percentagem, de sementes infectadas por fungos obtidos no teste de sanidade antes do armazenamento das sementes de soja colhidas em três épocas <sup>1/</sup>			
Material genético	Época de colheita <sup>2/</sup>		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	7,45abA	5,90aA	24,20aB
CAC-1 triplo-nulo	7,23abA	15,02abAB	25,51aB
FT-Cristalina	2,81aA	6,26aA	16,06aB
FT-Cristalina triplo-nulo	6,16abA	7,97aA	19,48aB
UFV-16 (Capinópolis)	2,53aA	26,64bB	59,25bC
UFV-16 triplo-nulo	8,68abA	18,25abAB	27,06aB
Doko-RC	14,48bA	6,84aA	15,02aA
Savana	10,99abA	11,26abA	16,56aA
UFV-18 (Patos de Minas)	10,99abA	7,34aA	12,68aA
UFV-19 (Triângulo)	4,74abA	9,93aB	23,61aB

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

<sup>2/</sup> Dados originais, previamente transformados em  $\sqrt{X + 0,5}$  para análise estatística.

Visando caracterizar as condições de campo em cada época na qual foi conduzido o teste de emergência no campo (Quadros 6, 7 e 8), os índices de emergência das plântulas no campo (IEC) foram calculados com base na premissa de que valores próximos de 100 indicam que as condições de campo estão próximas das ideais para a germinação e emergência das plântulas.

O Quadro 7 mostra que a segunda época de semeadura (janeiro/02), utilizando sementes armazenadas por quatro meses, caracterizou-se por apresentar condições mais favoráveis para a emergência das plântulas no campo. Verificam-se, nessa época, maiores IEC, fato que se deve principalmente à temperatura média de 22,7°C durante a condução do teste de emergência no campo. Em setembro de 2001 (teste realizado com as sementes antes do armazenamento) e em maio de 2002 (teste realizado

com as sementes após oito meses de armazenamento), a temperatura média foi de 18,9 e 17,2°C, respectivamente. Segundo Embrapa (14), a soja se adapta melhor a temperaturas do ar entre 20 e 30°C, sendo que a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30°C. Sempre que possível, a sementeira da soja não deve ser realizada em solos com temperatura abaixo de 20°C, pois a germinação e a emergência serão prejudicadas. A temperatura do solo adequada para sementeira varia entre 20 e 30°C, sendo que a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme é de 25°C.

QUADRO 6 - Médias, em percentagem, de emergência das plântulas no campo e do índice de emergência das plântulas (IEC), a partir de sementes de soja colhidas em três épocas, avaliadas antes do armazenamento (1ª época). Setembro/2001<sup>1/</sup>

Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	53,00aA	57,00aA	54,50aA
CAC-1 triplo-nulo	46,50aA	62,50aA	26,50cB
FT-Cristalina	60,00aA	52,00abA	55,00aA
FT-Cristalina triplo-nulo	40,50aA	41,50abA	46,50abcA
UFV-16 (Capinópolis)	51,50aA	40,50abAB	30,50bcB
UFV-16 triplo-nulo	59,50aA	49,00abA	30,00bcB
Doko-RC	50,50aA	55,50abA	55,50aA
Savana	54,00aA	34,00bB	29,50bcB
UFV-18 (Patos de Minas)	50,00aA	50,00abA	50,50abA
UFV-19 (Triângulo)	61,00aA	57,00aA	39,50abcB
IEC (%)	56,26	52,76	46,17

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

Segundo Carvalho e Nakagawa (7), a faixa ótima de temperatura para a germinação de uma semente de alto vigor é sempre mais ampla que aquela para uma semente de baixo vigor. Além disso, sementes mais

vigorosas são mais resistentes às condições de menor disponibilidade hídrica (32).

QUADRO 7 - Médias, em percentagem, de emergência das plântulas no campo e do índice de emergência das plântulas (IEC), a partir de sementes de soja colhidas em três épocas, avaliadas após quatro meses de armazenamento (2ª época). Janeiro/2002 <sup>1/</sup>			
Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	75,00aA	80,00aA	69,00aA
CAC-1 triplo-nulo	84,50aA	72,00abA	28,00deB
FT-Cristalina	77,50aA	72,00abA	67,00abA
FT-Cristalina triplo-nulo	73,50aA	59,50abAB	46,00bcdB
UFV-16 (Capinópolis)	69,50aA	62,00abA	29,00deB
UFV-16 triplo-nulo	80,00aA	69,00abA	41,50cdeB
Doko-RC	74,00aA	81,50aA	53,00abcB
Savana	73,00aA	52,00bB	20,50eC
UFV-18 (Patos de Minas)	77,00aA	63,50abA	35,50cdeB
UFV-19 (Triângulo)	79,00aA	62,50abB	31,00cdeC
IEC (%)	86,78	79,78	61,11

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

Analisando a emergência das plântulas no campo em três épocas, ou seja, setembro/01 (Quadro 6), janeiro/02 (Quadro 7) e maio/02 (Quadro 8), observa-se que não houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os materiais genéticos quanto à emergência para as sementes colhidas no estádio R8, para as três épocas avaliadas. Considerando as duas primeiras épocas de realização do teste de emergência no campo (Quadros 6 e 7), observa-se que as sementes de todos os materiais estudados, colhidas no estádio R8 e 15 dias após este estádio, apresentaram maiores percentuais de emergência no campo, após quatro meses de armazenamento (janeiro/2002). Este fato é devido às melhores condições de campo ocorridas nessa época, caracterizadas pelo

índice de emergência no campo (IEC), principalmente devido ao fator temperatura, que na primeira época (setembro/2001) manteve-se, em média, abaixo de 20°C. As sementes das variedades UFV-16 (Capinópolis), Doko-RC, Savana, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV-19 (Triângulo), colhidas 30 dias após R8, apresentaram os maiores percentuais de emergência no campo, em setembro/01, quando as condições de campo eram menos favoráveis. Este fato é, provavelmente, devido a vários fatores pertinentes às características genéticas de cada material e que não foram analisadas neste trabalho, como: tamanho das sementes, impermeabilidade do tegumento à água, conteúdo de lignina no tegumento.

QUADRO 8 – Médias, em percentagem, de emergência das plântulas no campo e do índice de emergência das plântulas (IEC), a partir de sementes de soja colhidas em três épocas, avaliadas após oito meses de armazenamento (3ª época). Maio/2002 <sup>1/</sup>			
Material genético	Época de colheita		
	R8	R8 + 15	R8 + 30
CAC-1	19,50Aa	1,50Ab	0,50Ab
CAC-1 triplo-nulo	1,50Aa	2,50Aa	0,00Aa
FT-Cristalina	9,00aA	4,00aA	0,50aA
FT-Cristalina triplo-nulo	3,00aA	3,00aA	0,00aA
UFV-16 (Capinópolis)	1,00aA	1,00aA	0,00aA
UFV-16 triplo-nulo	3,00aA	5,00aA	0,00aA
Doko-RC	12,50aA	2,00aA	0,00aA
Savana	9,00aA	1,00aA	0,00aA
UFV-18 (Patos de Minas)	5,50aA	2,00aA	0,00aA
UFV-19 (Triângulo)	0,50aA	0,50aA	0,50aA
IEC (%)	22,03	18,87	1,74

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

No Quadro 8, observa-se que a percentagem de emergência no campo foi muito baixa após oito meses de armazenamento, principalmente

para as sementes colhidas 15 e 30 dias após o estágio R8. Não ocorreram diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os materiais dentro de cada época de colheita. As sementes da variedade CAC-1 apresentaram a maior emergência no campo (19,50%). Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Martins Filho et al. (27), quando analisaram o comportamento de dez materiais genéticos em Alegre-ES, e observaram que a partir de 7 meses de armazenamento em condições ambientais, todos os materiais apresentaram baixa capacidade germinativa e, após 8 meses de armazenamento 100% apresentaram deterioração.

De acordo com Edje e Burris (15), as sementes de soja com baixo vigor apresentam germinação mais lenta, e produzem plântulas menores e pouco desenvolvidas. Dessa forma, mesmo sob condições ideais de semeadura no campo, o estande inicial poderá ser comprometido.

Os resultados da análise de correlação entre o teste de germinação e a emergência no campo realizada nos meses de setembro/01 e janeiro/02 (Quadro 9), evidenciam valores positivos e significativos ( $P < 0,05$ ) e ( $P < 0,01$ ) para as sementes colhidas aos 15 e 30 dias após o estágio R8, respectivamente. Observa-se, ainda, que a correlação entre estes dois testes foi maior nas análises realizadas em janeiro/02. Assim, pode-se afirmar que, em condições de campo mais favoráveis, de acordo com o IEC, os resultados obtidos no teste de emergência das plântulas no campo seguem tendências similares àqueles alcançados no teste de germinação. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Egli e Tekrony (16) e Freitas et al. (18), segundo os quais, quando as condições de campo são favoráveis, os resultados do teste de germinação apresentam alta relação com a emergência das plântulas. Egli e Tekrony (16) observaram ainda, maior precisão do teste de germinação na estimativa da emergência das plântulas no campo somente quando os índices de emergência no campo apresentaram valores próximos a 100. No entanto, tal afirmação não foi confirmada no presente trabalho, pois o maior índice de emergência das plântulas no campo (86,78) foi observado em janeiro/02 para as sementes colhidas no estágio R8; nesta época (janeiro/02), a correlação entre a percentagem de germinação e a emergência das plântulas no campo de sementes colhidas no R8 não foi significativa.

Os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado (Quadro 9) mostram correlações positivas e significativas ( $P < 0,01$ ) com a emergência das plântulas no campo ocorrida em setembro e janeiro para as sementes colhidas aos 30 dias após R8 e ( $P < 0,05$ ) para as sementes colhidas aos 15 e 30 dias após R8 com a emergência realizada em janeiro e maio, respectivamente.



QUADRO 9 - Estimativa dos coeficientes de correlação entre os testes de laboratório e a emergência no campo conduzida antes do armazenamento (setembro) e após quatro e oito meses de armazenamento (janeiro e maio, respectivamente) das sementes de soja, colhidas em três épocas<sup>1/</sup>

Testes de laboratório	Época de Colheita	Emergência no campo		
		Setembro	Janeiro	Maio
Teste de germinação	R8	0,3840	0,4980	-0,3775
	R8 + 15	0,6921*	0,7124*	0,3608
	R8 +30	0,8594**	0,8818**	0,3928
Envelhecimento acelerado	R8	0,3850	-0,2421	-0,2378
	R8 + 15	0,4137	0,6031*	0,0515
	R8 +30	0,8698**	0,8228**	0,6574*
Condutividade elétrica	R8	-0,5903*	0,2660	-0,1913
	R8 + 15	-0,4310	-0,5851*	0,2050
	R8 +30	-0,4850	-0,5674*	-0,4773
Lixiviação de potássio	R8	0,0996	0,0368	0,1924
	R8 + 15	-0,0375	0,3677	0,4790
	R8 +30	0,5186	0,2749	0,4102
Fungos totais	R8	-0,1893	0,0519	0,4192
	R8 + 15	-0,2982	-0,3353	0,0385
	R8 +30	-0,5021	-0,2903	-0,1456

<sup>1/</sup> \*\* e \* significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t.

O envelhecimento acelerado tem se destacado como um dos testes mais importantes para identificar a qualidade de lotes de sementes, bem como para avaliar o potencial de emergência no campo (2, 16), podendo também fornecer também informações sobre o potencial de armazenamento das sementes (22).

Os resultados obtidos no teste de condutividade elétrica apresentaram correlações negativas e significativas ( $P < 0,05$ ) com a

emergência no campo, ocorrida em setembro/01 e janeiro/02, para as sementes colhidas no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após o estágio R8, respectivamente. Correlações negativas indicam que maiores valores de condutividade elétrica estão relacionados à baixa germinação das sementes e, conseqüentemente, à menor emergência no campo.

Estudos realizados por Marcos Filho et al. (26), com sementes de soja, evidenciaram que o teste de condutividade elétrica permitiu a identificação de lotes com diferentes níveis de vigor. Os autores verificaram, ainda, que períodos de quatro e oito horas de condicionamento das sementes de soja podem ser utilizados para identificação das diferenças mais acentuadas entre níveis de vigor, enquanto as leituras realizadas a partir de 16 h são mais sensíveis às variações de vigor das sementes. Resultados semelhantes para a mesma espécie foram obtidos por Dias e Marcos Filho (12). Yaklich et al. (36) constataram correlação significativa entre os testes de condutividade elétrica e a emergência das plântulas no campo, em vários locais e datas de semeadura.

De acordo com a Quadro 9, os resultados de lixiviação de potássio e a percentagem de sementes infectadas por fungos não apresentaram correlação significativa com a emergência das plântulas no campo realizada em três épocas (setembro/01, janeiro/02 e maio/02) para as sementes das três épocas de colheita.

## CONCLUSÕES

As sementes das variedades e linhagens estudadas apresentaram comportamento diferenciado, quanto à germinação, sanidade e vigor avaliado por meio dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, nas três épocas de colheita.

As linhagens triplo-nulo apresentaram sementes com maior sensibilidade aos efeitos do retardamento de colheita em comparação com as variedades das quais se originaram.

As sementes da variedade UFV-16 (Capinópolis) apresentaram os maiores percentuais de fungos com o retardamento da colheita.

Nas condições de campo mais próximas às ideais (janeiro de 2002), os resultados de emergência das plântulas apresentaram a maior correlação com o teste de germinação em todas as épocas de colheita.

Em condições adversas (setembro e maio), a emergência das plântulas oriundas de sementes colhidas no estágio R8+30 apresentou maior correlação com o vigor, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado.

A lixiviação de potássio das sementes não se correlacionou com a emergência das plântulas no campo.

## REFERÊNCIAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. Seed vigor testing handbook. East Lansing, 1983. 93p. (Contribution, 32).
2. BISHNOI, U.R. & DELOUCHE, J.C. Relationship of vigour tests and seed lots to cotton seedling establishment. *Seed Science and Technology*, Zurich, 8(3):341-6, 1980.
3. BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S. & SEDIYAMA T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 16(2):195-200, 1994.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para Análise de Sementes, Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
5. BYRUM, J.R.; COPELAND, L.O. Variability in vigour testing of maize (*Zea maize* L.) seed. *Seed Science and Technology*, Zurich, 23(2):543-9, 1995.
6. CARRARO, I.M.; BEGO, A. & ROCHA, A. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade de sementes de soja em Palotina-PR. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 7(3):123-32, 1985.
7. CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. Semente: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill. 1983. 429p.
8. CUSTÓDIO C.C. Estudo do teste de lixiviação de potássio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. Piracicaba: ESALQ, 1995. 115p. (Dissertação mestrado), 1995.
9. DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, Zurich, 1(2):427-52, 1973.
10. DHINGRA, O.D.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S. & SILVA, J.G. Variability in soybean cultivars to seed infection by *Phomopsis sojae* and other fungi. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 4(1):1-4, 1979.
11. DIAS, A.C.P. Atividade de lipoxigenases durante a germinação e qualidade fisiológica de sementes de soja. Viçosa: UFV, 1999. 68p. (Dissertação mestrado), 1999.
12. 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 Agrícola*, Piracicaba, 53(1):31-42, 1996.
13. DIAS, D.C.F.S. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba: ESALQ, 1994. 136p. (Dissertação de doutorado), 1994.
14. EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil - 2003. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: ESALQ, 2002. 199p.
15. EDJE, O.T. & BURRIS, J.S. Effects of soybean seed vigor on field performance. *Agronomy Journal*, Madison, 63(4):536-8, 1971.
16. EGLI, D.B. & TEKRONY, D.M. Soybean seed germination, vigor and field emergence. *Seed Science and Technology*, Zurich, 23(3):595-607, 1995.
17. FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University, Cooperative Extension Service, 1979. 12p.
18. FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; REIS, M.S. & CECON, P.R. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de algodão e a emergência das plântulas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 22(1):97-103, 2000.
19. JOHNSON, R.R. & WAX, L.M. Relationship of soybean germination and tests to field performance. *Agronomy Journal*, Madison, 70(2):273-8, 1978.

20. KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. Informativo ABRATES, Londrina, 1(2):15-50, 1991.
21. KRZYZANOWSKI, F.C.; GILIOLI, J.L. & MIRANDA, L.C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M. (Eds.). Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba: PATAFOS, 1993. p. 465-522.
22. MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.1.
23. MARCOS FILHO, J. Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). Piracicaba: ESALQ, 1979. 180p. (Livre-Docência) ESALQ, 1979.
24. MARCOS FILHO, J.; AMORIM, H.V.; SILVAROLA, M.B. & PESCARIN, H.M.C. Reação entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 2., Brasília, 1981. Anais. Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1982. p.676-83.
25. MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M. & SILVA, W.R. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Piracicaba: ESALQ, 1987. 230p.
26. MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVEMBRE, A.D.C. & CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, 25(2):1805-15, 1990.
27. MARTINS FILHO, S.; LOPES, J.C.; RANGEL, O.J.P.; TAGLIAFERRE, C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente em Alegre-ES. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, 23(2):201-8, 2001.
28. OLIVEIRA, J.A. de. Correlação entre a evolução de hexanal e de aldeídos totais, a lixiviação de íons e o potencial de germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa: UFV, 1990. 79p. (Tese de mestrado), 1990.
29. SAS Institute. Statistical user's guide, version 6, fourth edition, volume 2 Cary, NC: SAS Institute Inc, 1989. 846p.
30. SEDIYAMA, T. Influência da época de semeadura e do retardamento da colheita sobre a qualidade das sementes e outras características agrônômicas de duas variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Viçosa: UFV, 1979. 121p. (Dissertação de mestrado), 1979.
31. TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. Crop Science, Madison, 31(3):816-822, 1991.
32. TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. Crop Science, Madison, 17(4):573-577, 1977.
33. TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; BALLE, J.; TOMES, L. & STUCKEY, R.E. Effect of date of harvest maturity on soybean seed quality and *Phomopsis sp.* Seed infection. Crop Science, Madison, 24(1):189-93, 1984.
34. VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D., CARVALHO, N. M. (Eds.). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.
35. VIEIRA, R.D. & KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.4.
36. YAKLICH, R.W.; KULIK, M.M. & ANDERSON, J.D. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of ATP, conductivity, and radioactive tracer multiple criteria laboratory tests to field performance. Crop Science, Madison, 19(6):806-10, 1979.