



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA TOLERANTE AO
GLIFOSATO, PRODUZIDA EM CONDIÇÕES FAVORÁVEIS**

FERNANDA FAVORETO SILVA

2007

FERNANDA FAVORETO SILVA

**QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA TOLERANTE AO
GLIFOSATO, PRODUZIDA EM CONDIÇÕES FAVORÁVEIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Agronomia — mestrado, área de
concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de
Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos

Co-orientadores

Prof^a. Dr^a. Denise Garcia de Santana

Pesq. Dr. Neylson Eustáquio Arantes

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

FERNANDA FAVORETO SILVA

**QUALIDADE DA SEMENTE DE SOJA TOLERANTE AO
GLIFOSATO, PRODUZIDA EM CONDIÇÕES FAVORÁVEIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Agronomia, mestrado, área de
concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de
Mestre.

APROVADA em 30 de agosto de 2007.

Prof.^a Dr.^a Denise Garcia de Santana
(co-orientadora)

UFU

Pesq. Dr. Neylson Eustáquio Arantes

Embrapa Soja

Prof. Dr. Paulo Antônio de Aguiar

ULBRA

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos
ICIAG–UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

Ao meu filho, Anísio Netto, que mesmo sem maturidade para entender compreendeu meus momentos de ausência e ofereceu seu amor, que se transformou em incentivo para a realização de mais esta etapa importante da minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me acompanhou sempre nas viagens semanais.

Aos meus pais, Anísio e Sirneide, que me encorajaram e me incentivaram a estudar.

Ao meu marido, Carlos Henrique Filho, sempre presente com seu amor, seu companheirismo e sua paciência.

Às minhas irmãs, Renata e Débora, que nunca me negaram ajuda.

Aos parentes e amigos que se orgulharam de me ver conquistando mais esta etapa.

Ao meu orientador, professor doutor Carlos Machado dos Santos — seu acolhimento, sua generosidade e seus ensinamentos foram essenciais à concretização deste trabalho.

À minha co-orientadora, professora doutora Denise Garcia de Santana, cuja dedicação e amizade foram importantíssimas nesta jornada.

Ao meu co-orientador, doutor Neylson Eustáquio Arantes, que me disponibilizou seus materiais e sua equipe para realização da pesquisa.

À professora doutora Vera Lucia Machado dos Santos, que me dedicou seu valioso tempo.

À equipe do Laboratório de Análises de Sementes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU): Adílio e Sara — sempre prontos a ajudar e apoiar a realização do trabalho, com tolerância e amizade.

À companheira de trabalho Dinélia Franco, que dividiu comigo momentos de descontração na etapa de digitação do texto.

Às amigas Cínthia Andriazzi e Gláucia F. M. V. e Souza, que me ajudaram e me apoiaram quando precisei.

Aos colegas da turma de mestrado, com quem passei momentos alegres e divertidos.

RESUMO

SILVA, Fernanda Favoreto. **Qualidade da semente de soja tolerante ao glifosato, produzida em condições favoráveis.** 2007. 26f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) — Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG).*

Este trabalho objetivou avaliar a qualidade das sementes de genótipos de soja tolerante ao glifosato, de ciclos precoce, médio e tardio, produzidas em condições favoráveis. Os experimentos foram realizados em duas fases. A primeira em campo, com três ensaios de competição de variedades, quando foram avaliados 6 genótipos de soja tolerantes a glifosato por ciclo de produção: ciclo precoce (BR01-71210, BR02-64301, BRSMG 750 SRR, BRS Favorita RR, BRS Valiosa RR e M-Soy 8008 RR); ciclo médio (BR 02-71943, RRMG 03-9511, RRMG 03-9563, RRMG 03-9565, M-Soy 8585 RR e CD 219 RR) e ciclo tardio (BR 01-66633, BRSMG 850 GRR, BRSMG 811 CRR, RRMG 03-9184, BRS Silvânia RR e M-Soy 8787 RR). A segunda fase foi no laboratório de pesquisa de sementes da Universidade Federal de Uberlândia, quando foram avaliados a qualidade visual, o grau de umidade, o peso de mil sementes, a germinação, o vigor das plântulas, a condutividade elétrica, o tegumento e a emergência em areia das sementes produzidas nos ensaios de campo. Experimentos independentes para cada ciclo foram planejados em delineamento experimental de blocos casualizados completos, em esquema fatorial 6 x 2: o primeiro fator corresponde aos genótipos; o segundo, às épocas de colheita (maturação fisiológica e ponto de colheita), com quatro repetições. Concluiu-se que: a) Os genótipos de ciclo precoce MGBR 01-71210 e M-Soy 8008 RR produziram sementes com qualidade superior aos demais; b) o genótipo de ciclo médio RRMG03-9563 produziu sementes de pior qualidade; c) no ciclo tardio, os genótipos M-Soy 8787 RR e RRMG 03-9184 produziram sementes de melhor e pior qualidade respectivamente; d) independentemente do ciclo, as sementes colhidas na maturação fisiológica apresentaram qualidade superior à daquelas colhidas no ponto de colheita.

* Comitê Orientador: Carlos Machado dos Santos UFU — orientador; Denise Garcia de Santana (UFU) e Neylson Eustáquio Arantes (co-orientadores).

ABSTRACT

SILVA, Fernanda Favoreto. **Quality of glyphosate-tolerant soybean seeds produced in Sacramento (MG)**. 31f. Uberlândia: UFU, 2007. 26l. Dissertation (Master's degree in Agronomy/Crop Science) — Agronomy post graduation program, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG).[†]

This work has aimed to evaluate the quality of glyphosate-tolerant seeds of soybean genotypes of early, mid-, and late season, produced in adequate conditions. Experiments took place in two phases. Firstly, in a field one, with three variety competition trials; 6 glyphosate-tolerant genotypes of soybean were evaluated: early season (BR01-71210, BR02-64301, BRSMG 750SRR, BRS Favorita RR, BRS Valiosa RR e M-Soy 8008 RR); mid-season (BR02-71943, RRMG03-9511, RRMG03-9563, RRMG03-9565, M-Soy 8585 RR e CD 219 RR); and late season (BR01-66633, BRSMG 850GRR, BRSMG 811CRR, RRMG03-9184, BRS Silvânia RR e M-Soy 8787 RR). The second phase took place at the Universidade Federal de Uberlândia's laboratory of seed research. Visual quality, wetness degree, weight of one thousand seeds, germination, plantules vigor, electrical conductivity, tegument, and emergence in sand of seeds produced in the field trials were evaluated. Independent experiments for each season were designed in full randomized blocks of 6 x 2 factorial designs. The first factorial design corresponds to the genotypes; the second one, to cropping periods (physiological maturity, cropping point), with four replications. Results led to the following conclusion: a) early season genotypes MGBR 01-71210 and M-Soy 8008 RR produced seeds of superior quality in comparison with the rest; b) mid-season genotypes RRMG 03-9563 produced seeds of worst quality; c) late season M-Soy 8787 RR e RRMG 03-9184 produced seeds of better and worst quality respectively; d) no matter the season, the quality of seeds cropped during the physiological maturity surpassed seeds' cropped during the cropping point.

[†] Guidance committee: Carlos Machado dos Santos — UFU (Major professor); Denise Garcia de Santana (UFU), and Neylson Eustáquio Arantes.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A soja.....	3
2.2 Soja tolerante ao glifosato.....	4
2.3 Sementes de soja.....	5
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1 Fase de campo.....	7
3.2 Fase de laboratório.....	8
3.3 Características avaliadas.....	9
3.3.1 Qualidade visual das sementes.....	9
3.3.2 Determinação do grau de umidade e peso de mil sementes.....	9
3.3.3 Teste de germinação e classificação do vigor das plântulas.....	9
3.3.4 Teste de condutividade elétrica.....	10
3.3.5 Sementes com dano no tegumento.....	10
3.3.6 Teste de emergência em areia.....	11
3.4 Análise estatística.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4.1 Qualidade visual, dano no tegumento, umidade e peso de mil sementes. . . .	12
4.2 Plântulas normais totais e fortes, emergência e índice de velocidade de emergência em areia e condutividade elétrica.....	16
4.2.1 Germinação e emergência em areia.....	18
4.2.2 Vigor — plântulas normais fortes, índice de velocidade de emergência em areia e condutividade elétrica.....	20
5 CONCLUSÕES.....	23
6 REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) está entre os principais produtos agrícolas da economia brasileira e ocupa posição de destaque nas exportações do país. A partir da década de 1970, a produção aumentou, em grande parte como resultado da ocupação de áreas do cerrado por essa cultura, aliada ao uso de cultivares melhoradas, máquinas e insumos agrícolas, que permitiram obter alta produtividade. Nos últimos anos, a produção de soja superou a do milho, com crescimento de 117,3%. Em 1996/97, o país produziu 23,87 milhões de toneladas; em 2002/03, foram 51,87 milhões de toneladas, uma marca histórica (ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2005). Na safra mais recente, a área ocupada pela soja foi de 20,68 milhões de hectares (CONAB, 2007). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE (2007), é a espécie com maior extensão de cultivo.

Está em expansão no Brasil o cultivo de soja geneticamente modificada, sobretudo cultivares tolerantes ao herbicida glifosato, pois disponibiliza nova tecnologia para o controle de plantas daninhas (ELMORE et al., 2001). Segundo Gazziero e Prete (2004), a possibilidade de se usar glifosato aplicado na pós-emergência da cultura representa nova alternativa graças à eficiência e viabilidade econômica, essenciais no conceito de praticabilidade, mas desde que — segundo Reddy (2001) e Betram e Petersen (2004) — seja usada como parte de um manejo integrado, alternando-a com outras práticas.

No Brasil Central, onde o clima se caracteriza por um verão relativamente quente e chuvoso, é difícil obter sementes com poder germinativo e vigor elevados. Nos anos em que as chuvas se prolongam nos meses de abril e maio, em geral as sementes não apresentam germinação satisfatória. Portanto, na produção de sementes em Minas Gerais, a escolha de regiões com altitude elevada e temperatura amena no período entre a maturação e a colheita é relevante (SEDIYAMA, 1986).

Autores como Popinigis (1985) e Sedyama et al. (1985) têm enfatizado os efeitos da qualidade da semente nas várias fases do desenvolvimento e da produtividade da cultura. Popinigis (1985) definiu a qualidade fisiológica da semente como sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação, pelo vigor e pela longevidade. Estendendo-se o conceito de qualidade, a semente deve ter, também, atributos de natureza genética, física e sanitária que permitam originar plantas de maior

produtividade. Como a recomendação de cultivares deve ser específica, é importante definir a qualidade das sementes produzidas regional ou mesmo localmente para se suprir a demanda desse insumo. As cultivares de soja recomendadas para as diferentes regiões não são uniformes quanto à qualidade da semente — cuja base se assenta no genótipo. Assim, cuidados especiais devem ser tomados na escolha adequada de regiões favoráveis à produção de sementes (MARCOS FILHO, 1986).

Segundo Sedyama et al. (1985), os fatores que afetam mais a qualidade da semente de soja são as constituições genéticas (da cultivar), a temperatura, a distribuição de chuvas, sobretudo na maturação, e o número de dias em que as plantas permanecem no campo antes de serem colhidas, após o estágio de 95% de vagens maduras, que corresponde ao estágio R8, descrito por Fehr e Caviness (1979). Segundo Cartter e Hartwig (1963), um dos objetivos do melhoramento (varietal) é selecionar a semente para melhorar sua qualidade e lhe dar mais resistência a danos causados por intempéries no período da maturação. Nesse sentido, esta pesquisa foi desenvolvida para avaliar a qualidade das sementes de genótipos de soja tolerante ao glifosato, de ciclos precoce, médio e tardio, produzidas em condições favoráveis.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A soja

A soja cultivada mundo afora difere das ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, sobretudo ao longo do rio Amarelo, na China (EMBRAPA, 2007a).

No Brasil, o primeiro registro de cultivo de soja data de 1914, no município de Santa Rosa (RS). Mas só a partir do início dos anos de 1980 sua participação na região Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins), em Minas Gerais, na Bahia e no Maranhão aumentou a ponto de ter importância estratégica.

Sua contribuição para a produção nacional é crescente e determinante da posição alcançada no cenário internacional. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA (2007b), o aumento do preço da soja no mercado mundial em meados de 1970 despertou os agricultores e o próprio governo brasileiro. Desde então, o país passou a investir em tecnologia para adaptar essa cultura às condições brasileiras. Os investimentos em pesquisa levaram à “tropicalização” da soja: pela primeira vez na história, permitiu-se que o grão fosse plantado com sucesso em regiões de baixas latitudes, entre o trópico de Capricórnio e a linha do Equador. Essa conquista revolucionou a história mundial da soja, e seu impacto começou a ser notado pelo mercado a partir do fim da década de 1980 e, mais notoriamente, na de 1990, quando os preços do grão começaram a cair. Os líderes mundiais na produção mundial de soja são: Estados Unidos (EUA), Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai.

Grão versátil, a soja dá origem a produtos e subprodutos usados pela agroindústria e pela indústria química e de alimentos. Na alimentação humana, compõe vários produtos embutidos, chocolates, temperos para saladas e outros; mas seu uso mais conhecido é na forma de óleo refinado, extraído do óleo bruto (EMBRAPA, 2007d). A soja tem crescido, também, como fonte alternativa de combustível: o biodiesel derivado desse grão está sendo testado por instituições de pesquisa como a EMBRAPA e em diferentes cidades brasileiras (EMBRAPA, 2007d).

A Ásia se destaca como maior potencial de consumo de soja. Impulsionada pela China e por alguns países em desenvolvimento, a demanda mundial cresceu de

forma consistente na última década — média de 5% ao ano. O Brasil continua a ser o grande fornecedor de soja para o mundo, pois o mercado internacional precisa da produção brasileira. Contudo, a viabilidade da cultura dependerá de sua competitividade, da redução dos custos de produção, de ganhos em produtividade e, sobretudo, de melhorias na infra-estrutura de transportes (ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2007).

2.2 Soja tolerante ao glifosato

Em especial nos últimos 13 anos, no mundo todo têm sido observados aumentos acentuados no cultivo e na comercialização de produtos agrícolas geneticamente modificados. Como esses produtos têm materiais genéticos de outros organismos introduzidos de forma artificial, ampliaram-se as discussões sobre os potenciais de risco e benefícios decorrentes dessa moderna tecnologia empregada na agricultura. As culturas modificadas geneticamente para tolerância ao *glyphosate* apresentam seqüência alterada para enzima EPSPs, o que é feito pela introdução de um gene denominado CP4, proveniente da bactéria do gênero *Agrobacterium*, encontrada no solo e que dá insensibilidade a essa enzima (GAZZIERO; PRETE, 2004). Essa novidade chegou ao campo pela primeira vez nos EUA, na safra de 1996; em 1997, os agricultores argentinos aderiram a ela. Com a nova tecnologia, ficou mais fácil para os agricultores controlarem as plantas infestantes sem afetar a soja (EMBRAPA, 2007c).

A área mundial de cultivo de plantas geneticamente modificadas aponta cerca de 80 milhões de hectares, sobretudo com soja, milho, algodão e canola (ROESSING; LAZZAROTTO, 2005). Mesmo com os debates acalorados, as cultivares denominadas transgênicas se tornaram uma realidade irreversível, dadas as vantagens que podem proporcionar aos produtores, aos consumidores e ao meio ambiente, desde que sejam tomados os cuidados necessários a toda inovação tecnológica.

A maior área atual de culturas transgênicas no mundo é a de soja tolerante a herbicida — 61% da área global cultivada —, seguida das áreas de milho Bt, algodão Bt e canola tolerante a herbicida. Juntas, essas culturas ocupam quase 100% da área total cultivada com organismos geneticamente modificados. Quanto à soja transgênica, entre 1996 e 2003 registrou-se crescimento anual de 35,75% na área cultivada (ROESSING; LAZZAROTTO, 2005).

2.3 Semente de soja

A semente é o produto comercial dessa cultura propagada via sementes. No caso da soja, a produção de sementes de qualidade elevada desafia o setor sementeiro, em especial em regiões tropicais e subtropicais, onde a produção desse insumo só ocorre mediante a adoção de técnicas especiais resultantes de inovações tecnológicas oriundas de centros de pesquisa (EMBRAPA, 2007e). A qualidade natural da semente de soja não está entre as maiores, por isso é necessário empregar processos de produção específicos a fim de se obterem lotes de qualidade alta. Dada a grandeza de sua exploração em vários países como Argentina, Brasil, Bolívia, EUA, Paraguai, Uruguai e outros, a tecnologia envolvida na produção da semente de soja inclui processos e produtos que resultam de inovações tecnológicas oriundas de centros de pesquisa, a exemplo do tratamento com fungicida, inseticida, micronutrientes, inoculante e *coating* (PESKE, 2007).

Estresses climáticos e nutricionais, com frequência associados a danos provocados por insetos e microrganismos, são considerados como causas centrais da deterioração da semente no campo. A deterioração por umidade é a fase do processo posterior à maturação fisiológica, mas antes de a semente ser colhida; trata-se de um fator que mais afeta a qualidade da semente de soja (FRANÇA NETO et al., 2007). A maturação da semente compreende transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais sucessíveis a partir do óvulo fertilizado e que culminam, pela semente, no ponto de máximo peso de matéria seca, em que a semente atinge poder germinativo máximo e vigor — por isso é denominado ponto de maturação fisiológica (POPINIGIS, 1985). Nesse momento, os grãos adquirem coloração amarela, apresentando grau de umidade de 40 a 50%, e a semente rompe sua conexão vascular com a planta-mãe (MARCOS FILHO, 1980). Porém, como a umidade nesse momento é muito alta para que se possa fazer a colheita mecanizada, esta é feita depois, quando as sementes atingem entre 13 e 16% de umidade — evidência de que a maturidade fisiológica não corresponde ao ponto de colheita (MARCOS FILHO, 1986).

Por outro lado, a ocorrência de estresse hídrico entre a fertilização e a maturação pode influenciar a viabilidade da semente; assim como períodos de altas temperaturas causam queda das flores ou são letais ao pólen, impedindo a fertilização ou formando sementes inviáveis (HARRINGTON, 1972). Segundo Marcos Filho (1986), a temperatura elevada associada com a ausência de chuvas causa anormalidade ao

processo de transferência de matéria seca para as sementes, pois acelera a maturação; como resultado, são produzidas sementes pequenas e de vigor baixo.

Em geral, os pesquisadores concordam com a afirmativa de que a semente alcança o ponto de maturação fisiológica ao atingir o peso máximo de matéria seca. Mas argumentam sobre as dificuldades de sua detecção no campo sem uso de estufas de secagem (CARVALHO; NAKAGAWA, 1988; ROCHA et al., 1990). Marcos Filho (1986) afirma que o reconhecimento prático da maturidade fisiológica importa porque caracteriza o momento em que a semente se desliga fisiologicamente da planta e passa a ter mais influência das condições ambientais. Para solucionar esse problema, Fehr e Caviness (1979) definiram um estágio reprodutivo denominado R7 — vagem normal sobre o caule principal que atingiu sua cor de vagem madura — e o denominou de início de maturação fisiológica. Segundo Crookston e Hill (1978), as características coincidentes com mais consistência com a maturação fisiológica foram o início da contração da semente, coincidindo com a perda da cor verde da vagem e/ou seu amarelecimento.

Condições climáticas favoráveis entre a maturação e a colheita são importantes para manter o potencial de germinação das sementes de soja (COSTA et al., 1988). Cartter e Hartwig (1963) concluíram que condições frias e secas favorecem a qualidade das sementes e que clima quente e úmido com chuvas freqüentes produzem sementes de baixa qualidade. Segundo Marcos Filho (1986), a ocorrência de temperatura e precipitações pluviais elevadas após a maturidade fisiológica enquanto as sementes permanecem presas mecanicamente à planta-mãe podem causar a deterioração prematura e a incidência de doenças que resultam em redução severa da qualidade da semente. Rocha et al. (1990) encontraram estreita relação entre respiração da semente de soja e umidade — esta foi menos afetada pela temperatura. Esses autores verificaram que a perda de açúcares e peso da semente, associada com umidade, resulta do retardamento na desidratação e do prolongamento da alta taxa respiratória.

Dito isso, verifica-se que, mesmo em condições de desenvolvimento normal em campo de produção de sementes, quanto maior for o retardamento da colheita após a maturidade fisiológica, maior será o risco de se obterem sementes de má-qualidade (MARCOS FILHO, 1986). Entretanto, é necessário aguardar alguns dias, conforme enfatizam Green et al. (1966) sobre a necessidade de se colherem sementes com umidade de 13.5%, pois é maior o risco de haver danos mecânicos invisíveis prejudiciais à germinação e ao vigor.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi feita em duas fases: a primeira em campo, a segunda em laboratório. Em campo, foram conduzidos três ensaios de competição de cultivares, na fazenda Chapadão, latitude 19° 40'94,4"S, longitude 47° 36'88,6" W e altitude de 1.036 metros, no município de Sacramento (MG). A precipitação no período — outubro de 2005 a abril de 2006 — foi de 2.094 milímetros. A Figura 1 apresenta a distribuição mensal.

3.1 Fase de campo

Foram avaliados 6 genótipos de soja tolerantes a glifosato por ciclo de produção: ciclo precoce (BR 01-71210, BR 02-64301, BRSMG 750 SRR, BRS Favorita RR, BRS Valiosa RR e M-Soy 8008 RR); ciclo médio (BR 02-71943, RRMG 03-9511, RRMG 03-9563, RRMG 03-9565, M-Soy 8585 RR e CD 219 RR) e ciclo tardio (BR 01-66633, BRSMG 850 GRR, BRSMG 811CRR, RRMG 03-9184, BRS Silvânia RR e M-Soy 8787 RR).

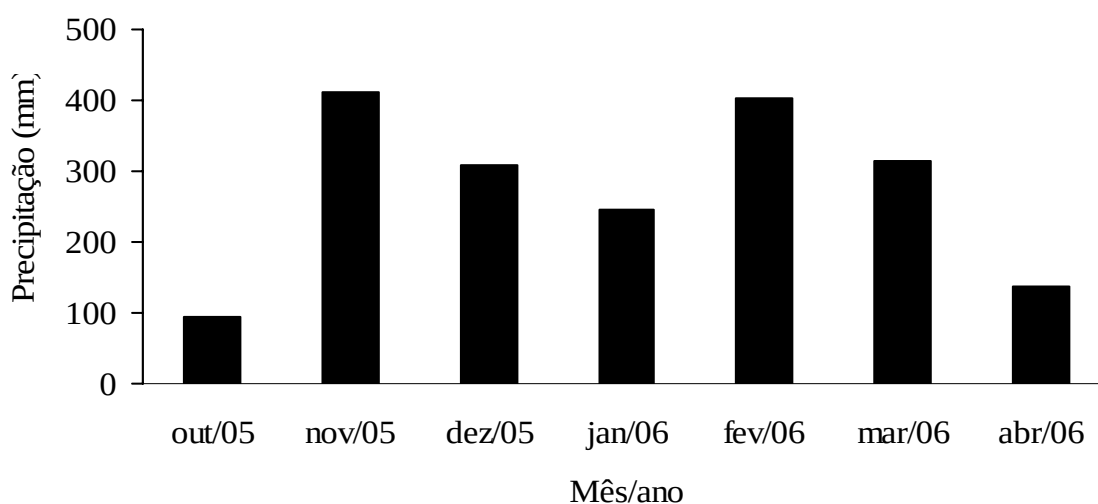


FIGURA 1. Precipitação pluvial mensal, em milímetros, durante o período de condução dos experimentos na fazenda Chapadão, em Sacramento (MG)

Também foram avaliadas duas épocas de colheita: 1) maturação fisiológica; 2) “ponto de colheita”. A primeira é definida como o momento em que 90% das vagens iniciam a contração (redução do tamanho), coincidindo com a perda da cor verde da vagem e/ou seu amarelecimento — segundo Crookston e Hill (1978), essas são as características que mais consistentemente coincidiram com o ponto de maturação fisiológica. Após serem colhidas, as plantas foram postas para secar e penduradas individualmente em varais instalados em galpão aberto, até que as sementes atingissem umidade entre 12 e 13%. Conforme Sedyama et al. (1985), o “ponto de colheita” foi considerado como uma semana após as plantas terem atingido o estágio R_8 , como descrevem Fehr e Caviness (1979).

Experimentos independentes para cada ciclo foram planejados em delineamento experimental de blocos casualizados completos, em esquema fatorial 6×2 — o primeiro fator correspondente aos genótipos; o segundo, às épocas de colheita —, com quatro repetições. A parcela foi constituída de quatro linhas de 5 metros de comprimento e espaçamento de 0,5 metro. A área útil da parcela foi de 4 metros quadrados; foram desprezadas as duas linhas laterais e 0,5 metro das extremidades de cada linha central.

A colheita foi manual, e as plantas foram cortadas com uma roçadeira FS 160.¹ A debulha das plantas colhidas na maturação fisiológica foi manual; as plantas colhidas no ponto de colheita foram debulhadas em trilhadeira mecânica experimental. Após a debulha, as sementes foram submetidas à pré-limpeza por peneiramento, para eliminar aquelas partidas ao meio, as excessivamente pequenas e as impurezas. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria, à temperatura de $12 \pm 2^\circ \text{C}$, com umidade relativa variando de 50 a 60% até o momento dos testes.

3.2 Fase de laboratório

A avaliação da qualidade das sementes produzidas foi feita no laboratório de pesquisa de sementes da Universidade Federal de Uberlândia (MG), entre agosto de 2006 e fevereiro de 2007, com o mesmo delineamento e a mesma estrutura fatorial dos experimentos de campo.

¹ Comercializada pela STIHL®

3.3 Características avaliadas

3.3.1 Qualidade visual das sementes

A avaliação foi feita com base na aparência geral das sementes de cada parcela e considerou, em conjunto, o grau de desenvolvimento, o enrugamento, a rachadura, a cor, o brilho do tegumento e as lesões provocadas por percevejos. Foram dadas notas de 1 a 5 — nota 5: muito ruim; 4: ruim; 3: regular; 2: boa; 1: muito boa.

3.3.2 Determinação do grau de umidade e peso de mil sementes

A determinação do grau de umidade das sementes foi feita com duas subamostras por parcela e usando-se o determinador de umidade modelo Geole 800.² A determinação do peso de mil sementes foi feita conforme prescrição das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Foram usadas oito subamostras de 100 sementes em cada parcela, pesadas individualmente em balança com precisão de um miligrama, modelo BG 200.³ Para calcular os resultados, foi determinado o coeficiente de variação dos valores obtidos nas pesagens de cada parcela. Quando esse coeficiente foi inferior a quatro, calculou-se a média, então multiplicada por dez; quando foi superior a quatro, mais oito subamostras da parcela tiveram de ser pesadas. Foi calculado o desvio padrão das 16 pesagens, das quais foram descartadas aquelas cuja discrepância de médias foi superior a duas vezes o valor do desvio padrão. A seguir, o peso de mil sementes foi obtido pela multiplicação da média obtida por dez; o resultado foi expresso em gramas com duas casas decimais. Os resultados obtidos foram corrigidos para umidade de 13%.

3.3.3 Teste de germinação e classificação do vigor das plântulas

O teste de germinação e classificação do vigor das plântulas foi feito com 200 sementes, quatro subamostras de 50 para cada parcela. As sementes foram postas para germinar em papel Germitest,⁴ umedecido antes com água desmineralizada e confeccionando-se rolos. A quantidade de água em mililitros usada para umedecer as folhas de papel foi de duas vezes e meia o peso do papel seco em gramas. Após a

² Comercializado pela Indústria e Comércio Gehaka Ltda.

³ Comercializado pela Indústria e Comércio Gehaka Ltda.

⁴ Comercializado pela J Prolab[®], indústria e comércio de produtos para laboratório Ltda.

montagem, os rolos foram postos em germinador (modelo Mangelsdorf)⁵ regulado à temperatura de quase 25° C.

As plântulas foram avaliadas cinco dias após a instalação do teste — a avaliação das plântulas normais foi feita conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Depois disso, foram classificadas quanto ao vigor, conforme as prescrições de Marcos Filho et al. (1987) e Krzyzanowski et al. (1991); as plântulas foram classificadas como normais ou anormais; e as plântulas normais, como fortes ou fracas.

3.3.4 Teste de condutividade elétrica

Foram usadas quatro subamostras de 25 sementes para cada parcela, avaliadas antes para remoção de sementes com danos visíveis no tegumento. Essa avaliação foi feita quando as sementes eram preparadas para o teste; o número foi anotado, depois as porcentagens foram calculadas. Sementes danificadas liberam grandes quantidades de eletrólitos que interferem nos resultados do teste (MARCOS FILHO et al., 1987).

As sementes de cada subamostra foram pesadas em balança com precisão de 1 miligrama e colocadas em copos plásticos com 75 mililitros de água deionizada. As sementes foram levemente agitadas, para garantir distribuição igual a todas, e submersas por completo. Os copos foram postos em incubadora, à temperatura constante de 20° C. Após 24 horas, a condutividade elétrica de cada amostra foi avaliada logo após sua retirada da incubadora, por meio de um condutivímetro (C-702),⁶ cuja leitura foi feita em micromhos; o resultado foi, então, transformado em micromhos por gramas de sementes ($\mu\text{mhos.g}^{-1}$). Antes de cada medição, o eletrodo do aparelho foi lavado com água deionizada e secado com papel-toalha, e as sementes foram agitadas suavemente.

3.3.5 Sementes com dano no tegumento

Para essa avaliação, foram usadas quatro subamostras de 100 sementes para cada parcela. As subamostras foram postas em copos plásticos de 250 mililitros, adicionando-se uma solução com 5% de hipoclorito de sódio. As sementes foram agitadas levemente — para garantir imersão completa e distribuição igual a todas — e permaneceram nessa solução por 15 minutos. A seguir, a solução foi escorrida, e as sementes foram postas sobre papel-toalha; então foram feitas as avaliações e contadas as

⁵ Comercializado pela J Prolab®, indústria e comércio de produtos para laboratório Ltda.

⁶ Comercializado pela Analion indústria e comércio Ltda.

sementes com danos no tegumento, ou seja, as que se expandiram com rapidez quando em contato com a solução. Os resultados foram calculados e expressos em porcentagem.

3.3.6 Teste de emergência em areia

Esse teste foi conduzido em canteiros de 3,30 metros de comprimento por 1 metro de largura, na área experimental do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAg) da Universidade Federal de Uberlândia. Como substrato, foi usada areia lavada, após ser fumigada com brometo de metila na dosagem de 150 cc.m^{-3} , por 72 horas. Em cada parcela, foram semeadas 200 sementes, sobre uma camada de areia com 4,5 centímetros de espessura. As parcelas foram constituídas por 4 fileiras de 1 metro de comprimento, com espaçamento de 10 centímetros; foram semeadas 50 sementes por fileira, as quais foram cobertas com 2 centímetros de areia. A umidade foi mantida em 60% da capacidade de retenção de água pela areia.

Nas avaliações do índice de velocidade de emergência, foram feitas contagens diárias do número de plântulas emergidas até a estabilização da emergência, ocorrida ao fim do 13º dia, quando se avaliou a porcentagem de emergência. O índice de velocidade de emergência foi calculado pela divisão do número de plântulas emergidas a cada dia pelo número de dias transcorridos desde a data da semeadura, quando então foram obtidos os índices. A soma dos índices diários resultou no índice final de velocidade de emergência (POPINIGIS, 1985).

3.4 Análise estatística

Foram analisados os três experimentos independentes, constituídos por uma fatorial 6×2 , fazendo-se a análise de variância. Quando houve efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade visual, dano no tegumento, umidade e peso de mil sementes

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância referentes à qualidade visual, ao dano no tegumento, à umidade e ao peso de mil sementes. Nos genótipos de ciclo precoce, a interação entre época de colheita e genótipo foi significativa só para a qualidade visual. Quanto à umidade e ao peso de mil sementes, verifica-se efeito significativo para época de colheita e genótipo, respectivamente. Para o dano no tegumento, a época de colheita e o genótipo exerceram efeito significativo.

Nos genótipos de ciclo médio, nota-se efeito significativo do genótipo para todas as variáveis analisadas. A época de colheita não teve efeito significativo apenas para umidade das sementes. A interação foi significativa só para as variáveis qualidade visual e peso de mil sementes. Quanto aos genótipos de ciclo tardio, ao contrário do que ocorreu para ciclo precoce e ciclo médio, houve efeito significativo da interação para dano no tegumento — indicativo de que sua incidência no tegumento das sementes se altera conforme a época de colheita. Para umidade das sementes, ao contrário do ciclo precoce e médio, não houve efeito significativo dos fatores. No que se refere ao peso de mil sementes, a interação foi não significativa e a qualidade visual não apresentou variabilidade entre os dados, o que dispensou a análise.

A Tabela 2 apresenta as médias referentes à qualidade visual e ao dano no tegumento das sementes. Não houve diferença na qualidade visual das sementes dos genótipos de ciclo precoce colhidos na maturação fisiológica; mas sementes da cultivar M-Soy 8008 RR (P) e da linhagem MGBR 01-71210 colhidas no ponto de colheita registraram pior qualidade (maiores médias), não diferindo das cultivares BRS Favorita RR (P) e BRS Valiosa RR (P).

Os genótipos de ciclo médio CD 219 RR (P), RRMG 03-9511 e MGBR 02-71943, colhidos na maturação fisiológica, apresentaram as menores médias, portanto produziram sementes de mais qualidade visual, diferindo significativamente das demais, que não diferiram entre si. As sementes colhidas no ponto de colheita das linhagens RRMG 03-9563 e RRMG 03-9565 apresentaram maiores médias, diferindo estatisticamente das demais, as quais não diferiram entre si.

TABELA 1. Resumo das análises de variância dos dados de qualidade visual, dano no tegumento, umidade e peso de mil sementes de genótipos de soja tolerantes ao glifosato de ciclo precoce, médio e tardio produzidas em Sacramento (MG) e colhidas em duas épocas — Uberlândia/MG (2007)

FONTE DE VARIAÇÃO		GRAU DE LIBERDADE	QUADRADOS MÉDIOS			
Ciclo precoce			Qualidade visual	Dano no tegumento ²	Umidade	Peso de mil sementes
Bloco	3		0,250 ns	0,0033 ns	0,037 ns	0,810 ns
Época	1		14,083 **	0,4886 **	0,630 *	2,651 ns
Genótipo	5		0,600 **	0,0241 **	0,045 ns	26,030 **
Época x genótipo	5		0,433 *	0,0076 ns	0,079 ns	0,590 ns
Resíduo	33		0,159	0,0047	0,088	0,730
Coeficiente de variação (%)			13,87	36,41	3,40	5,40
Ciclo médio			Qualidade visual	Dano no tegumento ²	Umidade	Peso de mil sementes
Bloco	3		0,201 ns	0,0209 ns	0,104 *	0,663 *
Época	1		0,188 **	0,7715 **	0,060 ns	28,014 **
Genótipo	5		1,988 **	0,0291**	0,107 *	30,207 **
Época x genótipo	5		0,188 **	0,0085 ns	0,052 ns	1,036 **
Resíduo	33		0,021	0,0054	0,034	0,171
Coeficiente de variação (%)			4,20	34,15	2,06	3,15
Ciclo tardio			Qualidade visual ¹	Dano no tegumento ²	Umidade	Peso de mil sementes
Bloco	3		—	0,0021 ns	0,154 ns	0,262 ns
Época	1		—	0,4399 **	0,083 ns	7,046 **
Genótipo	5		—	0,0267 **	0,176 ns	13,186 **
Época x genótipo	5		—	0,0143 *	0,003 ns	0,096 ns
Resíduo	33		—	0,0040	0,060	0,520
Coeficiente de variação (%)			—	33,62	2,61	5,24

**, * e ns— significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e não significativo.

¹ Não houve variabilidade entre os dados.

² Dados transformados em arcsen $\sqrt{\%}$ para análise.

Quanto à época de colheita para genótipos de ciclo precoce, a qualidade visual das sementes colhidas na maturação fisiológica foi superior quando comparada ao ponto de colheita, exceto para sementes da cultivar BRSMG 750SRR, que não diferiu estatisticamente. Nas de ciclo médio não houve diferença entre as épocas de colheita, à exceção da cultivar M-Soy 8585 RR, que apresentou melhor qualidade no ponto de colheita.

Sobre o dano no tegumento, como não houve interação significativa para as cultivares de ciclo precoce e médio, avaliou-se o efeito geral dos tratamentos significativos. Observa-se que as sementes das cultivares de ciclo precoce BRSMG 750 SRR apresentaram mais sensibilidade à incidência de danos no tegumento, e as sementes das cultivares BR 02-6431 tiveram incidência menor. Mas ambas não diferiram estatisticamente das sementes dos demais genótipos. Nos genótipos de ciclo médio, as sementes de CD 219 RR tiveram menores danos no tegumento, mas não diferiram de M-Soy 8585 RR, MGBR 02-71943, RRMG 03-9511 — as quais não diferiram das demais.

TABELA 2. Médias referentes à qualidade visual e ao dano no tegumento das sementes de genótipos de ciclo precoce, médio e tardio produzidas em Sacramento (MG) e colhidas em duas épocas — Uberlândia/MG (2007)¹

GENÓTIPOS	QUALIDADE VISUAL (NOTAS)		DANO NO TEGUMENTO (%)		
Ciclo precoce	Épocas de colheita		Genótipos	Efeito geral	
	Maturação fisiológica	Ponto de colheita		Épocas de colheita	
				Maturação fisiológica	Ponto de colheita
MGBR 01-71210	2,25 A a	4,00 B b	3,88 ab	0,25	7,50
BR 02-64301	2,00 A a	3,00 B a	2,63 a	0,25	5,00
BRSMG 750SRR	2,50 A a	3,00 A a	7,75 b	1,50	14,00
BRS Favorita-RR	2,50 A a	3,25 B ab	5,75 ab	3,25	8,25
BRS Valiosa RR	2,25 A a	3,25 B ab	7,38 ab	1,75	13,00
M-Soy 8008 (P)	2,50 A a	4,00 B b	3,00 ab	1,00	5,00
				1,33 A	8,79 B
Ciclo médio	Épocas de colheita		Genótipos	Efeito geral	
	Maturação fisiológica	Ponto de colheita		Épocas de colheita	
				Maturação fisiológica	Ponto de colheita
MGBR 02-71943	3,00 A a	3,00 A a	6,38 ab	1,25	11,50
RRMG 03-9511	3,00 A a	3,00 A a	5,63 ab	1,50	9,75
RRMG 03-9563	4,00 A b	4,00 A b	10,25 b	3,00	17,50
RRMG 03-9565	4,00 A b	4,00 A b	10,25 b	1,00	19,50
M-Soy 8585 RR	4,00 B b	3,25 A a	5,75 ab	1,50	10,00
CD 219 RR	3,00 A a	3,00 A a	2,38 a	0,00	4,75
				1,37 A	12,17 B
Ciclo tardio	Épocas de colheita		Épocas de colheita		
	Maturação fisiológica	Ponto de colheita	Maturação fisiológica		
			Ponto de colheita		
BR01-66633	3,00	3,00	1,25 A a		8,00 B ab
BRSMG 850GRR	3,00	3,00	2,25 A a		4,25 A ab
BRSMG 811CRR	3,00	3,00	0,75 A a		10,75 B b
RRMG 03-9184	3,00	3,00	2,25 A a		17,50 B c
BRS Silvânia RR	3,00	3,00	1,75 A a		7,75 B ab
M-Soy 8787 RR	2,88	3,00	0,00 A a		3,75 A a

¹ As médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Como a interação foi significativa nos genótipos de ciclo tardio, nota-se que, quando colhidos na maturação fisiológica, não houve diferença entre os genótipos; naqueles colhidos no ponto de colheita, as sementes da linhagem RRMG 03-9184 tiveram mais incidência de dano no tegumento e diferiram estatisticamente dos demais genótipos. As sementes da cultivar M-Soy 8787 RR apresentaram menor incidência de

danos e não diferiram das cultivares BRS Silvânia RR, BRSMG 850GRR e da linhagem BR 02-66633, que não diferiram da cultivar BRSMG 811CRR.

Comparando as épocas de colheita, observa-se que para as cultivares de ciclo precoce e médio houve incidência maior de danos quando colhidos no ponto de colheita. Para as sementes dos genótipos de ciclo tardio, em que a interação foi significativa, verifica-se que as sementes colhidas no ponto de colheita apresentaram mais intensidade de dano que as colhidas na maturação fisiológica, exceto as cultivares BRSMG 850GRR e M-SOY 8787 RR, que não apresentaram alterações nessa característica entre as épocas que foram colhidas. Esse comportamento era esperado porque foi usada trilhadeira mecânica para debulhar as plantas colhidas no ponto de colheita, enquanto as sementes colhidas na maturação fisiológica foram debulhadas manualmente.

A Tabela 3 apresenta as médias referentes à porcentagem de umidade das sementes e ao peso de mil sementes. Quanto à umidade, nota-se que tanto para as sementes dos genótipos de ciclo precoce quanto para as sementes dos de ciclo tardio não houve diferença estatística entre elas — houve variação de 8,6% a 8,8% e de 9,3% a 9,6%, respectivamente. Com relação aos genótipos de ciclo médio, a maior umidade pode ser observada nas sementes da cultivar M-Soy 8585 RR, que não diferiu estatisticamente das sementes da linhagem RRMG 03-9511. Menor umidade foi registrada nas sementes da linhagem RRMG 03-9563, que não diferiram das linhagens MGBR 01-71210, RRMG 03-9565 e da cultivar CD 219 RR.

Quanto ao peso de mil sementes (TAB. 3), observa-se que para os genótipos de ciclo precoce e tardio não houve interação significativa, avaliando-se o efeito geral dos tratamentos significativos. Os genótipos de ciclo precoce BRSMG 750SRR e BR 02-64301 apresentaram maiores pesos e não diferiram estatisticamente entre si; as sementes da cultivar M-Soy-8008 RR apresentaram menor peso e não diferiram estatisticamente da linhagem MGBR 01-71210. Nota-se, também, que as médias do peso de mil sementes para alguns genótipos de ciclo médio nas duas épocas de colheita se comportaram de modo semelhante. As sementes das linhagens MGBR 01-71943 apresentaram mais peso, e as da linhagem RRMG 03-9565, menor — estas não diferiram estatisticamente das sementes de RRMG 03-9563 colhidas no ponto de colheita.

Os genótipos de ciclo tardio BR 01-66633 e BRSMG 850GRR apresentaram maiores pesos de mil sementes e não diferiram de BRSMG 811 CRR; a cultivar BRS Silvânia RR apresentou menor peso de mil sementes e não diferiu de M-Soy 8787 RR.

TABELA 3. Média referente à umidade (%) e peso de mil sementes (g) das sementes dos genótipos de ciclo precoce, médio e tardio produzidas em Sacramento (MG) e colhidas em duas épocas — Uberlândia/MG (2007)¹

GENÓTIPOS	UMIDADE (%)	PESO DE MIL SEMENTES (G)		
		Efeito geral		
		Genótipos	Épocas de colheita	
			Maturação fisiológica	Ponto de colheita
Ciclo precoce				
MGBR 01-71210	8,81 a	144,89 cd	148,83	140,95
BR 02-64301	8,70 a	174,7 1 a	172,50	176,93
RSMBG 750SRR	8,61 a	180,82 a	185,15	176,50
BRS Favorita RR	8,73 a	160,15 b	160,93	159,38
BRS Valiosa RR	8,80 a	157,2 0 bc	159,45	154,95
M-Soy 8008 RR	8,69 a	132,50 d	137,53	127,48
			160,73 A	156,03 A
Ciclo médio				
			Épocas de colheitas	
			Maturação fisiológica	Ponto de colheita
MGBR 02-71943	8,90 bc	166,58 A a	159,13 B a	
RRMG 03-9511	9,01 ab	150,0 0A b	132,22 B b	
RRMG 03-9563	8,82 c	134,95 A c	111,40 B de	
RRMG 03-9565	9,00 bc	112,85 A e	102,63 B e	
M-Soy 8585 RR	9,16 a	123,18 A d	113,75 B d	
CD 219 RR	8,94 bc	146,15 A b	122,93 B c	
Ciclo tardio				
			Efeito geral	
			Épocas de colheita	
			Maturação fisiológica	Ponto de colheita
BR 01-66633	9,30 a	152,65 a	155,23	150,08
BRSMG 850GRR	9,40 a	149,44 a	153,45	145,43
BRSMG 811CRR	9,44 a	143,35 ab	146,28	140,43
RRMG 03-9184	9,56 a	132,50 bc	137,60	127,40
BRS Silvânia RR	9,33 a	120,66 d	125,78	115,55
M-Soy 8787 RR	9,48 a	127,0 4 cd	130,30	123,78
			141,38 A	133,78 B

¹ As médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ainda conforme a Tabela 3, comparando as épocas de colheita, as sementes dos genótipos de ciclo precoce não diferiram entre si, e as de ciclo médio e tardio colhidas na maturação fisiológica apresentaram maior peso de mil sementes que as colhidas no ponto de colheita. Segundo Delouche (1975) e Carvalho e Nakagawa (2000), na maturação fisiológica há o acúmulo máximo de matéria seca nas sementes.

4.2 Plântulas normais total e fortes, emergência e índice de velocidade de emergência em areia e condutividade elétrica

A Tabela 4 apresenta o resumo das análises de variância referente ao teste de germinação para plântulas normais total e fortes, emergência e índice de velocidade de emergência em areia e condutividade elétrica. No caso dos genótipos de ciclo precoce houve efeito significativo da época de colheita para plântulas emersas em areia e condutividade elétrica. O efeito do genótipo ocorreu só na condutividade elétrica.

TABELA 4. Resumo das análises de variância dos dados obtidos nos testes de germinação de emergência em areia e condutividade elétrica das sementes de genótipos de soja tolerantes ao glifosato de ciclos precoce, médio e tardio produzidas em Sacramento (MG) e colhidas em duas épocas — Uberlândia/MG (2007)

FONTE DE VARIAÇÃO		GRAUS DE LIBERDADE		QUADRADOS MÉDIOS		
Ciclo precoce		Teste de germinação		Emergência em areia		Condutividade elétrica
		Plântulas normais		Plântulas emersas	Índice de velocidade emergência	
		Total (germinação)	Fortes (vigor)			
Bloco	3	78,944 ns	59,021 *	20,686 **	90,460 **	0,021ns
Época	1	120,333 ns	1,021 ns	10,547 ns	1,537 ns	0,134 **
Genótipo	5	84,883 ns	28,688 ns	1,005 ns	3,148 ns	0,179 **
Época x genótipo	5	99,983 ns	13,221 ns	0,722 ns	1,265 ns	0,021ns
Resíduo	33	53,159	17,339	1,898	1,688	0,017
Coeficiente de variação (%)		7,77	5,04	1,39	3,52	12,98
Ciclo médio		Teste de germinação		Emergência em areia		Condutividade elétrica
		Plântulas normais		Plântulas emersas	Índice de velocidade emergência	
		Total (germinação)	Fortes (vigor)			
Bloco	3	70,019 **	95,910 *	16,042 ns	90,077 **	0,003 ns
Época	1	354,797 **	1,021 ns	3,000 ns	2,210 ns	1,150 **
Genótipo	5	292,080 **	163,438 **	22,296 ns	6,596 ns	0,112 **
Época x genótipo	5	233,547 **	76,171 *	36,462 ns	6,023 ns	0,037 **
Resíduo	33	15,203	23,046	30,242	5,445	0,008
Coeficiente de variação (%)		4,17	5,91	5,58	6,46	9,75
Ciclo tardio		Teste de germinação		Emergência em areia		Condutividade elétrica
		Plântulas normais		Plântulas emersas	Índice de velocidade emergência	
		Total (germinação)	Fortes (vigor)			
Bloco	3	13,965 ns	6,299 ns	6,000 ns	82,251 **	0,010ns
Época	1	858,521 **	67,688 **	2,083 ns	1,435 ns	0,199**
Genótipo	5	408,071 **	37,521 **	2,612 ns	0,245 ns	0,118**
Época x genótipo	5	140,271 **	15,488 **	0,746 ns	0,782 ns	0,026ns
Resíduo	33	18,081	2,905	2,261	1,249	0,012
Coeficiente de variação (%)		4,85	1,78	1,51	3,09	11,64

**, * e ns— significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, e não significativo

Nos genótipos de ciclo médio, os tratamentos tiveram efeito significativo até da interação nas variáveis plântulas normais total e condutividade elétrica. As plântulas normais fortes não foram influenciadas pela época de colheita. Mas o genótipo e a interação genótipo *versus* época de colheita tiveram efeito significativo nessa variável. Para os genótipos de ciclo tardio, ocorreu comportamento semelhante ao observado nos

genótipos de ciclo médio, exceto o efeito significativo de época de colheita para plântulas normais fortes e interação não significativa entre época e genótipo para condutividade elétrica.

4.2.1 Germinação e emergência em areia

A Tabela 5 mostra as médias referentes à germinação e emergência em areia. Para os genótipos de ciclo precoce não houve diferença significativa, seja na germinação das sementes, seja na emergência das plântulas em areia. Nos genótipos de ciclo médio, observa-se que a germinação das sementes da cultivar M-Soy 8585 RR colhidas na maturação fisiológica foi maior e que não diferiram das linhagens RRMG 03-9565 e MGBR 02-71943. Sementes da linhagem RRMG 03-9563 MG tiveram menor germinação; mas, quando colhidas no ponto de colheita, a germinação foi maior e não diferiu estatisticamente da linhagem RRMG 03-9565 nem da cultivar M-Soy 8585 RR, que mantiveram a germinação superior à das demais. As sementes emersas em areia não diferiram significativamente.

A Tabela 5 ainda mostra maior porcentagem de germinação na maturação fisiológica para sementes dos genótipos de ciclo médio, à exceção de M-Soy 8585 RR — que não diferiu estatisticamente do ponto de colheita — e RRMG 03-9563 — que, ao contrário das demais, apresentou germinação maior no ponto de colheita, diferindo das outras. É provável que isso tenha ocorrido porque as plantas de alguns tratamentos podem ter sido colhidas antes da maturação fisiológica, pois tanto a antecipação quanto o retardamento da colheita — segundo Costa et al. (1983) — resultará em reduções de germinação e vigor das sementes.

Na avaliação dos materiais de ciclo tardio, na maturação fisiológica as sementes da cultivar BRS Silvânia RR apresentaram germinação maior e não diferiram dos demais genótipos, exceto dos da linhagem RRMG 03-9184, que apresentaram germinação menor das sementes.

No ponto de colheita, as sementes das cultivares BRS Silvânia RR, BRSMG 850 GRR e M-Soy 8787 RR apresentaram germinação maior, e as da linhagem RRMG 03-9184, menor — não diferindo só das sementes da linhagem BR 01-66633. O retardamento na colheita após a maturação fisiológica reduziu significativamente a germinação só das sementes das linhagens BR 01-66633 e RRMG 03-9184.

TABELA 5. Média referentes à germinação (%) e emergência em areia (%) das sementes de genótipos de ciclo precoce, médio e tardio produzidas em Sacramento (MG) e colhidas em duas épocas — Uberlândia/MG (2007)¹

GENÓTIPOS	GERMINAÇÃO (%)		EMERGÊNCIA EM AREIA (%)		
			Efeito geral		
	Épocas de colheita		Genótipos	Épocas de colheita	
Ciclo precoce	Maturação fisiológica	Ponto de colheita		Maturação fisiológica	Ponto de colheita
MGBR 01-71210	93 a	90 a	99 a	100	100
BR 02-64301	97 a	95 a	100 a	100	99
BRSMG 750SRR	95 a	91 a	100 a	100	99
BRS Favorita RR	96 a	93 a	99 a	100	98
BRS Valiosa RR	96 a	93 a	100 a	100	99
M-Soy 8008 RR	90 a	95 a	99 a	100	98
Ciclo médio	Épocas de colheita		Genótipos	Épocas de colheita	
	Maturação fisiológica	Ponto de colheita		Maturação fisiológica	Ponto de colheita
MGBR 02-71943	97 A ab	92 B b	100 a	99	100
RRMG 03-9511	93 A c	84 B c	100 a	100	100
RRMG 03-9563	89 B d	96 A a	83 a	66	100
RRMG 03-9565	98 A ab	93 B ab	98 a	100	96
M-Soy 8585 RR	98 A a	97 A a	99 a	100	98
CD 219 RR	94 A bc	91 B b	99 a	100	99
Ciclo tardio	Épocas de colheita		Genótipos	Épocas de colheita	
	Maturação fisiológica	Ponto de colheita		Maturação fisiológica	Ponto de colheita
BR 01-66633	90 A ab	81 B bc	100 a	100	100
BRSMG 850GRR	91 A ab	90 A a	99 a	99	99
BRSMG 811 CRR	89 A ab	84 A b	99 a	99	100
RRMG 03-9184	87 A b	77 B c	99 a	99	100
BRS Silvânia RR	92 A a	92 A a	100 a	100	100
M-Soy 8787 RR	90 A ab	89 A a	100 a	100	100

¹ As médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Não houve diferença entre a germinação das sementes dos 18 genótipos avaliados na emergência em areia. A Tabela 5 mostra que, em geral, os valores de emergência em areia foram superiores aos obtidos no teste de germinação em rolo de papel. Segundo França Netto e Henning (1992), isso ocorre porque a germinação das sementes de soja em canteiro de areia ou no solo é menos afetada por fungos — em especial o *Phomopsis* spp. —, restritos ao tegumento que permanece no substrato na emergência. Além desse fato, segundo os autores, o próprio armazenamento reduz a

viabilidade do fungo. O que também pode ter contribuído, pois o teste em areia foi realizado 120 dias após o teste de germinação.

4.2.2 Vigor — plântulas normais fortes, índice de velocidade de emergência em areia e condutividade elétrica

A Tabela 6 apresenta as médias referentes a plântulas normais fortes, índice de velocidade de emergência em areia e condutividade elétrica das sementes de genótipos de soja tolerantes ao glifosato de ciclos precoce, médio e tardio. Para plântulas normais fortes, não houve diferença estatística entre genótipos de ciclo precoce, assim como para o índice de velocidade de emergência em areia. Ainda na Tabela 6, avaliando-se os genótipos de ciclo médio, nota-se maior porcentagem de plântulas normais fortes para a linhagem RRMG 03-9565 — colhidas na maturação fisiológica e não diferindo estatisticamente da cultivar M-Soy 8585 RR — e menor porcentagem de plântulas normais fortes para as linhagens RRMG 03-9563 e RRMG 03-9511 — que não diferiram da linhagem MGBR02-71943 nem da cultivar CD 219 RR. Portanto, pode-se inferir que os dois primeiros genótipos produziram sementes de mais vigor e os demais, de menor vigor.

Quanto à porcentagem de plântulas normais fortes nos genótipos de ciclo tardio colhidos no ponto de colheita, observa-se maior vigor das plântulas nas cultivares BRS Silvânia RR, M-Soy 8787 RR, BRSMG 850 GRR e BRSMG 811CRR. Já as linhagens RRMG 03-9184 e BR 01-66633 apresentaram plântulas com vigor menor.

Com relação à época de colheita, tanto para o genótipo de ciclo médio quanto para o de ciclo tardio, verifica-se que não houve diferença entre maturação fisiológica e ponto de colheita, exceto na linhagem RRMG 03-9563 de ciclo médio, que apresentou menor porcentagem de plântulas normais fortes na maturação fisiológica, e nas linhagens BR 01-66633 e RRMG 03-9184 de ciclo tardio, cujos percentuais no ponto de colheita foram menores. A Tabela 6 mostra ainda que não houve diferença no índice de velocidade de emergência em areia entre as sementes dos genótipos de ciclos precoce, médio e tardio nem diferenças de vigor por essa variável.

No que se refere à condutividade elétrica, não houve interação significativa para as cultivares de ciclo precoce e tardio, avaliou-se o efeito geral dos tratamentos significativos (TAB. 6), para o ciclo precoce, condutividade foi observada nas sementes da cultivar M-Soy 8008 RR, que não diferiram da obtida com as sementes da linhagem MGBR 01-71210. Isso indica que esses genótipos podem apresentar mais vigor, pois esse teste avalia indiretamente o grau de degeneração das membranas celulares (MARCOS FILHO, 1987).

TABELA 6. Média referente ao vigor (plântulas normais fortes, índice de velocidade de emergência em areia e condutividade elétrica) das sementes de genótipos de soja tolerante ao glifosato de ciclos precoce, médio e tardio produzidas em Sacramento (MG) e colhidas em duas épocas — Uberlândia/MG (2007)¹

GENÓTIPOS	PLÂNTULAS NORMAIS FORTES (VIGOR)		ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA		
	Épocas de colheita			Efeito geral		
	Maturação fisiológica	Ponto de colheita		Genótipos	Épocas de colheita	
Maturação fisiológica			Ponto de colheita			
Ciclo precoce						
MGBR01-71210	78 a	80 a	36,911 a	8,99 ab	7,83	10,15
BR02-64301	85 a	83 a	36,549 a	10,51 bc	9,90	11,13
BRSMG 750SRR	84 a	81 a	36,368 a	11,29 c	10,58	12,00
BRS Favorita RR	83 a	82 a	37,755 a	10,23 bc	10,08	10,38
BRS Valiosa RR	84 a	84 a	37,704 a	11,90 c	12,18	11,63
M-Soy 8008 RR	83 a	86 a	36,450 a	7,84 a	7,03	8,65
					9,90 A	11,13 A
	Épocas de colheita		ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA	Épocas de colheita		
Ciclo médio	Maturação fisiológica	Ponto de colheita		Maturação fisiológica	Ponto de colheita	
MGBR 02-71943	79 A bc	80 A a	35,773 a	8,30 B a	10,48 A ab	
RRMG 03-9511	76 A c	76 A a	37,584 a	8,00 B a	10,73 A b	
RRMG 03-9563	75 B c	87 A a	35,386 a	10,40 B b	12,30 A b	
RRMG 03-9565	90 A a	84 A a	36,784 a	6,50 B a	11,35 A b	
M-Soy 8585 RR	88 A ab	85 A a	35,859 a	7,03 B a	11,80 A b	
CD 219 RR	78 A bc	77 A a	35,218 a	6,60 B a	8,75 A a	
	Épocas de colheita		ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA	Efeito geral		
Ciclo tardio	Maturação fisiológica	Ponto de colheita		Genótipos	Épocas de colheita	
					Maturação fisiológica	Ponto de colheita
BR 01-66633	97 A a	92 B bc	36,089 a	10,13 c	9,33	10,93
BRSMG 850 GRR	97 A a	97 A a	35,965 a	9,80 bc	8,88	10,73
BRSMG 811CRR	97 A a	94 A ab	36,046 a	8,39 ab	7,18	9,60
RRMG 03-9184	96 A a	89 B c	36,195 a	11,28 c	11,03	11,53
BRS Silvânia RR	98 A a	98 A a	36,468 a	9,65 bc	9,98	9,33
M-Soy 8787 RR	98 A a	98 A a	36,200 a	7,93 a	6,93	8,93
					8,89 B	10,17 A

¹ As médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nos genótipos de ciclo médio houve interação entre genótipos e época de colheita (TAB. 6). Na maturação fisiológica, a maior condutividade foi obtida com sementes da linhagem RRMG 03-9563, diferindo das demais — que não se distinguiram estatisticamente entre si. Para as sementes colhidas no ponto de colheita, a cultivar CD 219 RR apresentou menor condutividade elétrica e não diferiu da linhagem MGBR 02-71943, que não diferiu dos demais genótipos.

Com relação às épocas de colheita, as sementes dos genótipos de ciclo precoce não diferiram entre e si, e as de ciclo médio e tardio apresentaram mais condutividade elétrica quando colhidas no ponto de colheita e diferiram estatisticamente da maturação fisiológica. Pode se afirmar, então, que potencialmente esses últimos têm mais vigor, pois o valor da condutividade elétrica — medido em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes — está diretamente relacionado com a integridade das membranas celulares, por isso foi proposto como parâmetro de avaliação do vigor de sementes (MARCOS FILHO et al., 1987; VIEIRA, 1994).

A avaliação dos genótipos de ciclo tardio mostra maior condutividade elétrica nas sementes das linhagens BR 01-66633 e RRMG 03-9184 — não diferindo, assim, estatisticamente das cultivares BRSMG 850GRR e BRS Silvânia RR — e menor condutividade elétrica para sementes da cultivar M-Soy 8787 RR — não diferindo de BRSMG 811CRR.

5 CONCLUSÕES

Os genótipos de ciclo precoce MGBR 01-71210 e M-Soy 8008 RR produziram sementes com qualidade superior à dos demais.

O genótipo de ciclo médio RRMG 03-9563 produziu sementes de pior qualidade.

No ciclo tardio, os genótipos M-Soy 8787 RR e RRMG 03-9184 produziram sementes de melhor e pior qualidade respectivamente.

Independentemente do ciclo, as sementes colhidas na maturação fisiológica apresentaram qualidade superior à das colhidas no ponto de colheita.

6 REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. 10. ed. São Paulo: Instituto FNP, 2005, 520p.
- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. 12. ed. São Paulo, Instituto FNP, 2007, 516p.
- BETRAM, M. G.; PEDERSEN, P. Adjusting management practices using glyphosate-resistant soybean cultivars. *Agronomy Journal*, Madison, v. 96, n. 2, p. 462–68, 2004.5
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 1992, 65p.
- CARTTER, J. L.; HARTWIG, E. E. The management of soybeans. In: NORMAN, A. G. (ed.). *The soybean*. New York: Academic Press, 1963, p. 162–226.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Semente: ciências, tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargill, 1988, 429p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes. In: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Semente: ciências, tecnologia e produção*. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000, p. 128–66.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2007/2008*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf>. Acesso em: 5 set. 2007
- COSTA, N. P.; FRANÇA NETTO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; HENNING, A. A.; TURKIEWICZ, L.; DIAS, M. C. Antecipação de colheita de sementes de soja através do uso de dessecantes. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 5, n. 3, p. 183–98, 1983.
- COSTA, A. F. S.; SILVA, R. F.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. S. Avaliação da qualidade de sementes de soja produzidas em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 10, n. 1, p. 9–20, 1988.
- CROOKSTON, R. K.; HILL, D. S. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. *Crop Science*, p. 867–70, 1978.
- DELOUCHE, J. C. Maintaining soybean seed quality. In: DELOUCHE, J. C. *Soybean production marketing and use*. Tennessee: Valley Auth., 1974, p. 46–62.
- DELOUCHE, J. C. Recentes conquistas de pesquisa tecnológica de sementes. In: DELOUCHE, J. C. *Pesquisa em sementes no Brasil*. Brasília: Agriplan, 1975, p. 27–36.
- ELMORE, R. W.; ROETH, F. W.; KLEIN, R. N.; KNEZEVIC, S. Z.; MARTIN, A.; NELSON, L. A.; SHAPIRO, C. A. Glyphosate-resistant soybean cultivar response to glyphosate. *Agronomy Journal*, Madison, v. 93, n. 2, p. 404–07, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. *Tecnologia de produção de soja: região central do Brasil*. 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=112&cod_pai=33>. Acesso em: 15 mar. 2007a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. *Tecnologia de produção de soja: região central do Brasil*. 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=113&cod_pai=35>. Acesso em: 15 mar. 2007a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. *Tecnologia de produção de soja: região central do Brasil*. 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/box.php?op_page=127&cod_pai=27>. Acesso em: 15 mar. 2007b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. *Tecnologia de produção de soja: região central do Brasil*. 2007c. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=258&cod_pai=29>. Acesso em: 25 jul. 2007c.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/EMBRAPA. *Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade*. Londrina, mar. 2007d. (Circular técnica, 40. Série Sementes).

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State university, Cooperative Extension service, 1979, 12p.

FRANÇA NETTO, J. B.; HENNING, A. A. *DIACOM: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja*. Londrina: Embrapa–CNPSo, 1992. (Circular técnica)

FRANÇA NETTO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. *Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade*. Londrina: Embrapa–CNPSo, 2007. 10p. (Circular técnica. Série Sementes).

GAZZIERO, D. L.; PRETE, C. E. C. Dinâmica da população e manejo de plantas daninhas na cultura as soja RR: vantagens e riscos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. *Anais...*, Foz do Iguaçu: [s. n.], 2004, 1.344p.

GREEN, D. E.; CARANAH, L. E.; PINNELL, E. I. Effects on seed moisture content, field weathering, and combine cylinder speed on soybean seed quality. *Crop Science*, v. 6, p. 7–10, 1966.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). *Seed biology*. New York: Academic Press, 1972, v. 3, 145–245.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/IBGE. *Lavouras: produção de cereais, leguminosas e oleaginosas*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200709comentarios.pdf>. Acesso em: 5 set. 2007.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETTO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis pra as grandes culturas. *Informativo Abrates*, Brasília, v. 1, n. 2, p. 38–49, 1991.

MARCOS FILHO, J. Maturidade fisiológica de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.15, n. 4, p. 447–60, 1980.

MARCOS FILHO, J. *Produção de sementes de soja*. Campinas: Fundação Cargill, 1986, 86p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. *Avaliação da qualidade das sementes*. Piracicaba: FEALQ, 1987, 230p.

- PESKE, S. Cresce a percepção do valor da semente. *Seed news*, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 8–9, 2007.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. 2. ed. Brasília: Agiplan, 1985, 289p.
- REDDY, K.N. NGlyphosate-resistant soybean as a weed management tool: opportunities and challenges. *Weed biology and management*, Japan, v. 1, n. 4, p. 193–203, 2001.
- ROCHA, V. S.; OLIVEIRA, A. B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J. L. L.; DEDIYAMA, C. S.; PEREIRA, M. G. *A qualidade da semente de soja*. Viçosa: UFV, 1990, 76p.
- ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J. *Soja transgênica no Brasil: situação atual e perspectivas para os próximos anos*. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., Londrina, 2005. *Anais...* . Londrina [s. n.], 2005, p. 31–32.
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. *Cultura da soja : II parte*. Viçosa: UFV, 1985, 75p.
- SEDIYAMA, T. *Relação entre caule verde e remoção de vagens e sua influência em alguns caracteres agronômicos da soja (Glycine Max [L.] Merrill)*. 1986. 142 p. Tese (Doutorado) — Universidade de Viçosa, Viçosa, 1986.
- VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.) *Teste de vigor em sementes*. Jaboticabal: Funep, 1994, p. 103–32.