

PAULO MARÇAL DOS SANTOS

**EFEITO DO MÉTODO DE COLHEITA E DA CLASSIFICAÇÃO POR
TAMANHO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA E NO
DESEMPENHO AGRONÔMICO DAS PLANTAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S237e
2007

Santos, Paulo Marçal dos, 1971-

Efeito do método de colheita e da classificação por tamanho na qualidade de sementes de soja e no desempenho agrônômico das plantas / Paulo Marçal dos Santos. – Viçosa : UFV, 2007.
xi, 86f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Múcio Silva Reis.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Soja - Semente. 2. Soja - Colheita. 3. Sementes - Qualidade. 4. Sementes - Fisiologia. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

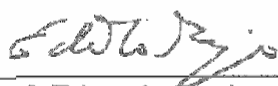
CDD 22.ed. 635.65521

PAULO MARÇAL DOS SANTOS

**EFEITO DO MÉTODO DE COLHEITA E DA CLASSIFICAÇÃO POR
TAMANHO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA E NO
DESEMPENHO AGRONÔMICO DAS PLANTAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

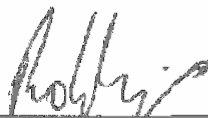
APROVADA: 20 de dezembro de 2006.



Prof. Eduardo Fontes Araújo
(Co-Orientador)



Prof. Turéo Sedyama
(Co-Orientador)



Dr. Roberto Fontes Araújo



Dr. Fernando Antônio P. da Silva



Prof. Múcio Silva Reis
(Orientador)

A Deus,, pelo seu amor, fidelidade e misericórdia.
Aos meus pais,, Antônio Marçal e Jandira Maria Marçal.
Aos meus irmãos,, cunhados e sobrinhos.
Aos meus parentes e amigos.

AGRADECIMENTO

Ao Senhor Jesus Cristo que, pela sua morte, nos deu vida, mas vida em abundância.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo.

Ao professor Múcio Silva Reis, por ter sido como um pai durante todo este tempo, paciente, dedicado, incentivador e constantemente pronto a ajudar, quer seja como orientador ou como amigo. Sua amizade será eterna e seus ensinamentos serão, pra mim, preciosidades.

Aos professores Eduardo Fontes Araújo e Tuneo Sedyama, pelas valiosas sugestões durante a condução deste trabalho.

Ao professor Carlos Sigueyuki Sedyama, pela amizade, atenção, paciência e presteza durante a realização das análises estatísticas.

Ao professor Tocio Sedyama, pela amizade, pela atenção e pelo empenho, como coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Aos Dr. Roberto Fontes Araújo e Dr. Fernando Antônio Pereira da Silva, pelas sugestões e pela participação na banca de defesa da tese.

Aos meus pais, Antônio Marçal e Jandira Maria Marçal; aos meus irmãos, Carlito Marçal, Ugo Marçal, Antônio Carlos e Gilberto Marçal; às minhas irmãs, Terezinha Marçal, Vanda Marçal, Maria Marçal, Celina Marçal, Sônia Marçal, Silvia Marçal, Olga Marçal e Silvânia Marçal; e aos meus cunhados e sobrinhos, pelo carinho, pela confiança e pelo apoio, que contribuíram para que eu vencesse mais esta etapa.

À minha noiva, que Deus me deu como presente, que mesmo tendo chegado à minha vida no término de meus estudos foi e está sendo uma grande incentivadora – obrigado Maisa Tottoli Ferreira.

À Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (Coopadap), em especial ao Dr. Celso Hideto Yamanaka, pela dedicação, atenção e disposição demonstrada em disponibilizar seus valiosos recursos de infraestrutura e as sementes para o desenvolvimento deste trabalho, obrigado pela amizade e pelo profissionalismo com que nos receberam.

À secretária do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Mara Rodrigues, pela amizade, pela paciência e pelo apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Preparo de Soja, em especial ao Paulinho e família, pelo agradável convívio e pela valiosa ajuda, dedicação e responsabilidade.

Aos amigos Raquel, Josete, Aguinaldo Chaves, Tânica Gondim, Andreia, pelo apoio e pela ajuda durante todos esses anos.

Aos jovens da Igreja em Viçosa, Marlei, Moisés, Heloísa, Fabrícia Márcio, Flavia, Samuel, Sheina, Nattacha, Davi, Sandra, Fernanda e Viviane; irmãos para mim.

Aos irmãos em Cristo, Juçara, Julimar, Cidinha, Sônia, Zé Mário e Jorge, que foram minha família em Viçosa.

Enfim, minha gratidão a todos aqueles que, de alguma forma, auxiliaram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

PAULO MARÇAL DOS SANTOS, filho de Antônio Marçal e Jandira Maria Marçal, nasceu em 24 de setembro de 1971, em Santa Vitória, Minas Gerais.

Entre 1989 e 1991, fez o curso técnico em agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG.

Em março de 1993, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia, graduando-se em 1998.

Em agosto de 1999, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, graduando-se em 2001.

Em agosto de 2001, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, em nível de Doutorado, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em dezembro de 2006.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
Efeito do método de colheita e da classificação por tamanho na qualidade fisiológica de sementes de soja	7
Resumo	7
Abstract	8
1. Introdução	9
2. Material e métodos	11
2.1 Avaliação da qualidade das sementes	13
2.2 Delineamento e análise estatística	15
3. Resultados e discussão	16
4. Conclusões	23
5. Referências	23
Qualidade fisiológica e causas de deterioração, pelo teste de tetrazólio, em sementes de soja colhidas por diferentes métodos e classificadas por tamanho	27
Resumo	27
Abstract	28
1. Introdução	29
2. Material e métodos	32
2.1 Avaliação da qualidade das sementes	34
2.2. Delineamento e análise estatística	35
3. Resultados e discussão	36
4. Conclusões	47
5. Referências	48

	Página
Efeito do método de colheita e da classificação por tamanho na emergência e no desempenho agrônômico das plantas	52
Resumo	52
Abstract	53
1. Introdução	54
2. Material e Métodos	56
2.1. Instalação, condução, características avaliadas no campo	59
2.2. Delineamento e análise estatística	63
3. Resultados e discussão	63
4. Conclusões	73
5. Referências	74
 CONCLUSÕES FINAIS	 78
APÊNDICE	79

RESUMO

SANTOS, Paulo Marçal dos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2006. **Efeito do método de colheita e da classificação por tamanho na qualidade de sementes de soja e no desempenho agrônômico das plantas.** Orientador: Múcio Silva Reis. Co-Orientadores: Eduardo Fontes Araújo, Carlos Siqueyuyki Sedyama e Tuneo Sedyama.

Este trabalho foi conduzido em laboratório, em casa de vegetação e no campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG. Objetivou-se avaliar os efeitos do tamanho de sementes de soja, colhidas mecânica e manualmente, na sua qualidade fisiológica e no desempenho das plantas no campo. Foram utilizadas sementes básicas de soja, cultivares Splendor e Elite, da empresa de sementes Coopadap, produzidas na safra 2001/2002, no município de São Gotardo-MG. Na colheita mecânica, as amostras de trabalho foram coletadas em tanque graneleiro, e no método de colheita manual, as plantas foram arrancadas no campo e enviadas à UFV, onde procedeu-se à debulha das vagens, sem uso de máquinas. Em Viçosa, as sementes, para os dois métodos de colheita, foram classificadas manualmente em peneiras de furos redondos. Após a classificação, os cultivares apresentaram sementes em quantidade suficiente para o estudo em cinco classes de tamanho (6,75, 6,35, 5,95, 5,55, e 5,16 mm), tendo sido mantida uma amostra de sementes

do lote original (testemunha). Cada cultivar constituiu um ensaio, em que as parcelas foram compostas pelos métodos de colheita (mecânica e manual) e as parcelas, pelos tamanhos de sementes. A qualidade das sementes foi avaliada pelos seguintes testes: germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, tetrazólio, emergência em campo e areia, velocidade de emergência em campo e areia e peso de 1.000 sementes. No experimento de campo, as seguintes características agronômicas das plantas foram avaliadas: grau de acamamento e altura das plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de nós por planta na maturação, número de vagens férteis por planta, número de sementes por planta, peso de sementes por planta e produção de grãos. Em ambos os cultivares, as sementes de todos os tamanhos obtiveram excelente emergência em leito de areia, com exceção das sementes 5,16 e 5,55 mm, do cultivar Elite, com baixa qualidade. As sementes de tamanho intermediário (5,95 mm) e as pequenas (5,16 mm) foram as que demonstraram melhor e pior qualidade, respectivamente, no cultivar Elite. As sementes de tamanho intermediário (5,95 e 5,55 mm) do cultivar Splendor, colhidas mecanicamente, apresentaram maior potencial de vigor e germinação, em relação às de tamanhos 6,75 e 6,35 mm, de baixo potencial. Foi possível também visualizar, no teste de tetrazólio, que os danos mecânicos foram maiores nas sementes colhidas mecanicamente, em ambos os cultivares. A ocorrência de danos mecânicos na colheita foi mais elevada nas sementes maiores (tamanhos 6,75 e 6,35 mm) para o cultivar Splendor. Nos dois cultivares estudados, as características agronômicas avaliadas não foram influenciadas pelo tamanho de sementes, nem pelo método de colheita utilizado, com exceção somente para as sementes de tamanho 6,35 mm do cultivar Elite, que apresentaram maiores produtividades. A semeadura fora da época recomendada pode alterar algumas características do cultivar e provocar queda na sua produtividade.

ABSTRACT

SANTOS, Paulo Marçal dos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December of 2006. **Effect of harvest method and classification by size on soybean seed quality and plant agronomic performance.** Adviser: Múcio Silva Reis. Co-Advisers: Eduardo Fontes Araújo Carlos Sigueyuyki Sedyama and Tuneo Sedyama.

This work was conducted under laboratory conditions in a greenhouse and at Professor Diogo Alves de Mello Experimental Field at the Universidade Federal de Viçosa (UFV), in Viçosa-MG. It aimed to evaluate the effects of mechanically- and manually-harvested soybean seed size on its physiological quality and plant performance in the field. Basic Splendor and Elite cultivar soybean seeds were used, from the seed company Coopadap, produced in the 2001/2002 crop, in São Gotardo-MG. In the mechanical harvest, the work samples were collected from grain tanks while in the manual harvest the plants were collected in the field and sent to the UFV, where pod hulling was also carried out manually. In Vicosa, the seeds used for both harvest methods were classified manually using sieves with round holes. After classification, the cultivars presented seeds in a sufficient amount to allow a study of five size classes (6.75, 6.35, 5.95, 5.55 and 5.16 mm), with a seed sample from the original lot being maintained (control). Each cultivar constituted an assay, with the plots being the harvest methods

(mechanical and manual) and the split-plots, the seed sizes. Seed quality was evaluated by the following tests: germination, first germination count, accelerated aging, electric conductivity, tetrazolium, field and sand emergence, field and sand emergence velocity, and weight of a 1.000 seeds. In the field experiment, the following plant agronomic traits were evaluated: lodging degree and plant height, height of first pod insertion, number of nodes per plant at maturation, number of fertile pods per plant, number of seeds per plant, seed weight per plant and grain yield. In both cultivars, seeds of all sizes obtained excellent sand bed emergence, except for the Elite cultivar 5.16 and 5.55 mm seeds, with low quality. Elite cultivar intermediary size seeds (5.95 mm) and small size seeds (5.16 mm) showed the best and worst quality, respectively. Mechanically-harvested intermediary size Splendor cultivar seeds (5.95 and 5.55 mm) presented higher vigor and germination potential, compared to seeds size 6.75 and 6.35 mm, of low potential. The tetrazolium test also permitted to visualize that the mechanical damages were greater in the mechanically-harvested seeds in both cultivars. The occurrence of mechanical damage to the crop was higher in the larger seeds (sizes 6.75 and 6.35 mm), for the cultivar Splendor. In both cultivars, the agronomic traits evaluated were not influenced by seed size or by harvest method, with the only exception for the 6.35 mm size seeds of the cultivar Elite, which presented the highest yields. Sowing outside the recommended season may alter some cultivar traits and lead to cultivar yield drop.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, de acordo com Mello (2005), poderá dentro de três a cinco anos configurar-se como o primeiro produtor mundial de soja, devido ao crescente aumento do plantio em áreas de fronteiras agrícolas. No momento, destaca-se como o segundo produtor mundial, ficando atrás somente dos Estados Unidos. Fatores como aumento de produtividade, obtenção de cultivares adaptados para o plantio em diferentes regiões, planejamento sistemático da lavoura e uso de insumos de qualidade têm contribuído para que o País possa se tornar o maior produtor (EMBRAPA SOJA, 2005).

As sementes são responsáveis por grande parte do rendimento de uma lavoura, e os esforços por parte dos produtores para produção de sementes de mais alta qualidade representam uma base sólida para o sucesso da lavoura. Nesse aspecto, a classificação das sementes de soja em lotes de diferentes tamanhos, além de uniformizar a operação de semeadura e, conseqüentemente, proporcionar melhor estande e rendimento da lavoura, torna eficiente também o tratamento das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A classificação das sementes de soja por tamanho tornou-se, nos últimos anos, uma necessidade comercial para quem deseja ser considerado profissional na produção de sementes de alta qualidade e para os que desejam obter altas produtividades. Os agricultores logo perceberam os

benefícios, uma vez que é possível determinar a quantidade de sementes por hectare, considerando o peso de 1.000 sementes, além de economia no momento de semeadura, em razão da uniformidade das sementes (ZORATO *et al.*, 2002). O Brasil é tido como referência mundial na padronização de semente de soja, estimando-se que mais de 80% da semente comercializada é classificada em dois ou três tamanhos (LINHA VERDE, 2003).

A classificação das sementes de soja demorou um pouco para ser utilizada pelos produtores de sementes. Com isto, a não-uniformização da nomenclatura utilizada para especificar os tamanhos das sementes classificadas trouxe alguns inconvenientes. Sementes pequenas de uma variedade poderiam ter o mesmo tamanho das grandes de outra variedade, e a mesma denominação para um produtor de sementes poderia significar sementes pequenas, enquanto para outro poderia significar sementes grandes. Foi pensando em contornar essa questão que o grupo sementeiro da Fundação MT/UNISOJA fez um ajuste sistemático para classificação de sementes de soja em diferentes peneiras, que consiste basicamente em numerar as peneiras de 50 a 75, significando que as sementes foram classificadas em peneiras de furos redondos (diâmetro da semente), variando de 5,0 a 7,5 mm, espaçadas em 0,5 mm (PESKE, 2002).

Embora o tamanho da semente de soja tenha sido bastante estudado, ele não está ainda perfeitamente esclarecido. Muitos trabalhos de pesquisa têm sido realizados com o objetivo de avaliar a influência do tamanho de sementes de soja sobre a germinação, o vigor e o desempenho das plantas no campo. Todavia, não levaram em consideração os possíveis efeitos de danos mecânicos a que as sementes estão sujeitas, principalmente por ocasião da colheita (PIANA, 1980; SOUZA, 1988; NOGUEIRA, 1988; SUNG, 1992; LIMA, 1999).

Algumas pesquisas têm mostrado que um dos principais problemas relacionados com a redução da qualidade de sementes de soja é o elevado índice de injúria mecânica, que geralmente propicia percentuais acentuados de descartes de lotes, com prejuízos consideráveis para o setor sementeiro brasileiro (COSTA *et al.*, 1995). A fonte principal de danos é a operação de colheita, ainda que partes desses danos possam resultar das operações de

secagem, beneficiamento e semeadura (FRANÇA NETO e HENNING, 1984).

De acordo com Delouche (1971), a colheita e a debulha mecânica das sementes, quando realizadas inadequadamente, são fontes potenciais de danos. Da mesma forma, Sediya (1972) afirmou que a debulha mecânica contribui para diminuir a qualidade das sementes, produzindo injúrias e reduzindo o poder germinativo.

A qualidade fisiológica e a sanidade das sementes de soja podem ser influenciadas por diversos fatores, dentre eles as condições de ambiente (temperatura e umidade relativa), as injúrias mecânicas e os ataques de percevejos e microrganismos. Embora esses fatores sejam considerados independentes, sua interação resulta na deterioração das sementes. As sementes de soja são muito propensas à deterioração e sensíveis a práticas inadequadas de manejo durante a colheita, o processamento e o armazenamento, em função de suas características morfológicas e fisiológicas (MARCOS FILHO, 1998).

As sementes de soja são muito propensas aos impactos mecânicos, uma vez que as partes vitais do embrião, como radícula, hipocótilo e plúmula, estão situadas sob o tegumento pouco espesso, que praticamente não lhes oferece proteção (FRANÇA NETO *et al.*, 1998).

Sementes de baixa qualidade têm germinação e vigor reduzidos, originando lavouras com baixa população de plantas e, conseqüentemente, redução na produção. No estabelecimento de uma lavoura, quer seja na produção comercial de grãos ou produção de sementes, a qualidade das sementes caracteriza-se como fator primordial (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1993).

A agricultura moderna recomenda testes complementares, confiáveis, reproduzíveis e rápidos para avaliar a qualidade das sementes. A rapidez na avaliação da qualidade das sementes permite a tomada de decisões antecipadas durante as operações de colheita, recepção, beneficiamento e comercialização, diminuindo riscos e prejuízos. O teste de tetrazólio é rápido e de grande importância para avaliação da qualidade das sementes, porque, além da viabilidade, ele pode informar sobre o vigor e ainda identificar diversos problemas que afetam o desempenho das

sementes de soja, como deterioração por umidade, danos mecânicos e danos por percevejos.

Portanto, procurou-se, neste trabalho, avaliar os possíveis efeitos do tamanho de sementes de soja, colhidas mecânica e manualmente, na sua qualidade fisiológica e em características agronômicas das plantas descendentes, bem como a identificação das causas de perda de qualidade das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja** - Região Central do Brasil 2005. Londrina: EMBRAPA, 2005. 239p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4^a ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; SRZYZANOWSKI, F.C.; PARÔ, H. e MENDES, M.C. Diagnóstico da qualidade de sementes de soja produzidas no Estado do Mato Grosso, MT. **Arq. Biol. Tecnol.**, Curitiba, v.38, n.2, p.565-582, 1995.

DELOUCHE, J.C. Mechanical damage to seed, In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN. Mississippi State, 1971. **Proceedings**. Mississippi State University, p.53-68, 1971.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica da semente**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. p.5-24.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72 p. (Documentos, 116).

KRZYZANOWSKI, F.C.; GILIOLI, J.L.; MIRANDA, L.C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, N.E. SOUZA, P.I.M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba, POTAFOS, p.465-522. 1993.

LIMA, A.M.M.P. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.157-163, 1999.

MARCOS FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja tecnologia da produção**. Escola superior de agricultura "Luis de Queiroz"/USP. Piracicaba, 1998. p. 206-243.

MELLO, E. **EUA veêm o Brasil como líder na soja em cinco anos**. Disponível em: <<http://Pasturas-Agronegócios.htm>>. Acesso em: 24 jun. 2005.

NOGUEIRA, P.R. **Influência do tamanho da semente no desempenho das plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no campo**. 1988. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

PIANA, Z. **Influência do tamanho da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e nível de umidade do solo na germinação e no vigor**. 1980. 98 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pelotas, 1980.

SEDIYAMA, C.S. **Influência do retardamento da colheita de soja sobre a deiscência das vagens, qualidade e poder germinativo das sementes**. 1972. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1972.

PESKE, S. T. Classificação de sementes. **Seed News**, ano VI, n.3. p.20-21, maio/junho 2002.

LINHA verde. **Seed News**, ano VII, n. 5. p.4-5, setembro/outubro 2003.

SOUZA, L.C.F. **Efeito da classificação por tamanho de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre a germinação, vigor, desempenho das plantas no campo e qualidade das sementes colhidas**. 1988. 101 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

SUNG, F.J.M. Field emergence of edible soybean seeds differing in seed size and emergence strength. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.20, n.3, p.527-532, 1992.

ZORATO, M.F; SILVA, A.P; ASTAFEIEF, N.C; WATANABE, P.A.T. **Nova classificação por tamanhos em sementes de soja**. In: RESUMO DO II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2002. p.368.

Efeito do método de colheita e da classificação por tamanho na qualidade fisiológica de sementes de soja

Resumo: A pesquisa foi conduzida em laboratório e casa de vegetação, com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de soja classificadas em tamanho, colhidas por processos mecânico e manual. Foi conduzida no Laboratório de Pesquisa de Sementes de Soja e na casa de vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG. Utilizaram-se sementes básicas dos cultivares Splendor e Elite, safra 2001/02, produzidas em campos de produção de sementes pela empresa Coopadap (Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba), no município de São Gotardo-MG. As amostras de sementes colhidas mecanicamente foram coletadas no tanque granelado; quanto às colhidas manualmente, foram arrancadas as plantas em diferentes pontos no campo de produção e encaminhadas para a UFV, onde foram debulhadas, sem o uso de máquinas. As sementes foram classificadas manualmente em um conjunto de peneiras de furos redondos, de acordo com o padrão de classificação nacional. Cada cultivar constituiu um ensaio. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas pelos tipos de colheita (mecânica e manual) e as subparcelas, pelos tamanhos de sementes 6,75, 6,35, 5,95, 5,55, 5,16 mm e pela testemunha (não-classificadas). A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada em laboratório, pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica. Na casa de vegetação, foram realizados os testes de emergência de plântulas em areia e índice de velocidade de emergência em areia. Foram determinados, também, o teor de água e o peso de 1.000 sementes. As sementes colhidas mecanicamente foram mais suscetíveis a perdas de vigor e qualidade que as colhidas manualmente. A classificação de sementes de soja em categoria de tamanho influenciou a sua qualidade fisiológica e seu vigor, de acordo com o cultivar. As sementes do cultivar Splendor de tamanho 5,16 mm apresentaram menor qualidade e vigor, quando foram analisadas pelo teste de germinação e condutividade elétrica. No cultivar Elite, as sementes de tamanho intermediário (5,95 mm) e as pequenas (5,16 mm) foram as que demonstraram melhor e pior qualidade, respectivamente. Em ambos os cultivares, as sementes obtiveram excelente emergência em leito de areia, com exceção dos tamanhos 5,16 e 5,55 mm, do cultivar Elite, que apresentaram baixa qualidade.

Palavras-chave: soja, sementes, qualidade, tamanhos, colheita.

Effect of harvest method and classification by size on the physiological quality of soybean seeds

Abstract: This research was carried out under laboratory and greenhouse conditions to evaluate the physiological quality of soybean seeds classified by size, harvested by mechanical and manual processes. The experiments were conducted at the Laboratory of Soybean Seed Research and greenhouse of the Soybean Genetic Breeding Program of the Department of Plant Science of the Universidade Federal de Viçosa (UFV), in Viçosa-MG. The seeds used were basic Splendor and Elite cultivar seeds, 2001/2002 crop, produced in seed production fields by Coopadap in São Gotardo-MG. Samples of the mechanically harvested seeds were collected from a grain tank while the manually-harvested seeds were obtained from plants from different production field points and sent to the UFV, where they were hulled without the use of machines. The seeds were classified manually by using a set of sieves with round holes, according to the national classification standard. Each cultivar constituted an assay and the experiments were arranged in a completely randomized design, in split-plots and four repetitions. The plots consisted of type of harvest (mechanical and manual) and the split-plots by seed sizes 6.75, 6.35, 5.95, 5.55, 5.16 mm and control (non-classified). The physiological quality of the seeds was evaluated in the laboratory, by applying the tests germination, first germination count, accelerated aging, and electric conductivity. Sand seedling emergence and sand emergence velocity index were applied under laboratory conditions. Water content and 1,000 seed weight were also determined. The mechanically-harvested seeds were more susceptible to vigor and quality losses than the manually-harvested ones. The classification of soybean seeds by size influenced their physiological quality and vigor, according to the cultivar. The cultivar Splendor seeds size 5.16 mm presented less quality and vigor when analyzed by the germination and electric conductivity tests. The Elite cultivar seeds of intermediary size (5.95 mm) and small size (5.16mm) showed the best and worst quality, respectively. In both the cultivars, the seeds obtained excellent sand bed emergence, except for sizes 5.16 and 5.55 mm of the Elite cultivar, which presented low quality.

Keywords: soybean, seeds, quality, sizes, harvest.

1. Introdução

O advento da biotecnologia tem como consequência direta o aumento do custo da semente, transformada em um produto tecnológico. Por outro lado, isso gera a necessidade de melhor estabelecimento das plantas e de avaliação dessa semente e de sua habilidade em produzir plantas de alta qualidade. Assim, esse aumento de custo das sementes estimulou mais pesquisas que possam estimar essa qualidade, quer seja por germinação ou pelo vigor das sementes ou dessas em campo (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2004).

Há muito tempo, a qualidade fisiológica da semente já era tratada pelos estudiosos como fator primordial no estabelecimento de lavouras de alta produtividade. Diversos são os fatores que afetam a qualidade, como fatores genéticos, características físicas e ambientais, teor de água, deterioração no campo, injúrias mecânicas, injúrias térmicas na secagem, condições de armazenamento e condições sanitárias (POPINIGIS, 1975). Esse autor afirma que, a partir da antese (floração), a semente se desenvolve, aumentando em peso de matéria seca, até atingir um ponto máximo, que, então, se estabiliza ou decresce rapidamente. Neste ponto, a semente atinge o máximo poder germinativo e vigor, denominado “ponto de maturidade fisiológica”.

Em consonância com essa afirmação, Vieira *et al.* (1982) e Braccini *et al.* (2003) verificaram, na avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja colhidas na época normal e após o retardamento da colheita, que as sementes que foram colhidas com retardamento apresentaram maior deterioração, acompanhada pela redução na germinação e no vigor.

Em geral, a baixa qualidade fisiológica da semente de soja é determinada por um conjunto de fatores, como deterioração no campo, danos mecânicos, ataque de percevejos e infecção por fitopatógenos (FRANÇA-NETO e HENNING, 1984). Dentro deste contexto, a colheita mecânica, quando não efetuada rigorosamente, pode proporcionar perdas expressivas tanto em quantidade como em qualidade do produto colhido (COSTA *et al.*, 2001).

A colheita é uma fase em que os cuidados devem ser intensificados, pois, juntamente com o beneficiamento, é a principal fonte de danos mecânicos em sementes (EMBRAPA SOJA, 2005; MARCONDES, 2005). Especificamente neste caso, as sementes de soja são muito sensíveis aos impactos mecânicos, uma vez que as partes vitais do embrião, como radícula, hipocótilo e plúmula, estão situadas sob tegumento pouco espesso, que praticamente não lhes oferece proteção (FRANÇA-NETO *et al.*, 1998).

A separação da semente de soja em lotes de diferentes tamanhos pode ser efetuada, visando facilitar a operação de semeadura mecanizada, por conferir melhor precisão do processo de distribuição das sementes no solo e nas semeaduras (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1993). Vários são os trabalhos que demonstram a influência da classificação das sementes em tamanho em aprimorar a qualidade fisiológica (AMARAL, 1984; MENEZES *et al.*, 1991; SANTOS, 2005).

Souza (1988) encontrou uma relação entre vigor e tamanho de sementes que evidenciou que as sementes de menor tamanho apresentaram baixo vigor nos testes de tetrazólio e condutividade elétrica.

Para Carvalho e Nakagawa (2000), o tamanho das sementes nem sempre afeta a germinação em si, mas sim o vigor de plântulas resultantes. Geralmente as sementes de maior tamanho originam plântulas mais vigorosas, que, em condições variáveis de campo, podem resultar em estandes diferentes em favor das maiores. Os autores afirmaram que o tamanho das sementes não afeta a germinação, sendo este fenômeno dependente de outros fatores, como a viabilidade e as condições meteorológicas, porém não se pode dizer o mesmo em relação ao vigor. Santos *et al.* (2006) constataram, em estudos com diferentes classes de tamanhos de sementes de soja para avaliação de sua qualidade fisiológica durante o armazenamento, que, no período inicial, antes do armazenamento, o menor tamanho (4,36 mm) foi o que apresentou menor resultado quanto à germinação e ao vigor.

Em vista do apresentado, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de dois cultivares de soja, considerando o efeito do método de colheita e da classificação em tamanho das sementes.

2. Material e métodos

O experimento, em fase de laboratório e casa de vegetação, foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes de Soja e na casa de vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG, e na empresa produtora de sementes Coopadap, no município de São Gotardo-MG. Foram utilizadas sementes dos cultivares de soja Splendor e Elite, safra 2001/02, provenientes de campos de produção de sementes básicas da empresa produtora de sementes Coopadap (Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba), no município de São Gotardo-MG.

As sementes colhidas mecânica e manualmente foram provenientes de lavouras comerciais, de campos de produção de sementes. No campo de produção, todas as práticas de manejos consideradas como essenciais para o cultivo da soja foram feitas, como a correção e o preparo do solo, o tratamento das sementes, o controle de plantas daninhas e o controle de pragas e doenças.

A colheita mecânica dos dois cultivares foi feita com o uso de combinadas automotrizes (colheitadeiras), modelo New Holland 4040. As amostras de trabalho foram obtidas pela coletada de várias amostras simples no tanque graneleiro. Elas foram retiradas à medida que se processava a colheita, e em número suficiente que representasse a área do cultivar. Na colheita manual, as plantas de soja foram arrancadas em diferentes pontos no campo de produção e acondicionadas em sacos de polipropileno trançado. Assim, tanto as sementes colhidas mecânica como as manualmente foram encaminhadas para a Universidade Federal de Viçosa. Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar, referentes ao período de duração do ciclo da soja, estão apresentados na Figura 1.

As sementes dos dois cultivares foram homogeneizadas em divisor cônico “Boerner”, e as colhidas manualmente passaram, primeiramente, pelo processo de debulhada manual, sem o uso de máquinas. Em seguida, elas foram homogeneizadas e, antes da classificação, divididas em quatro repetições.

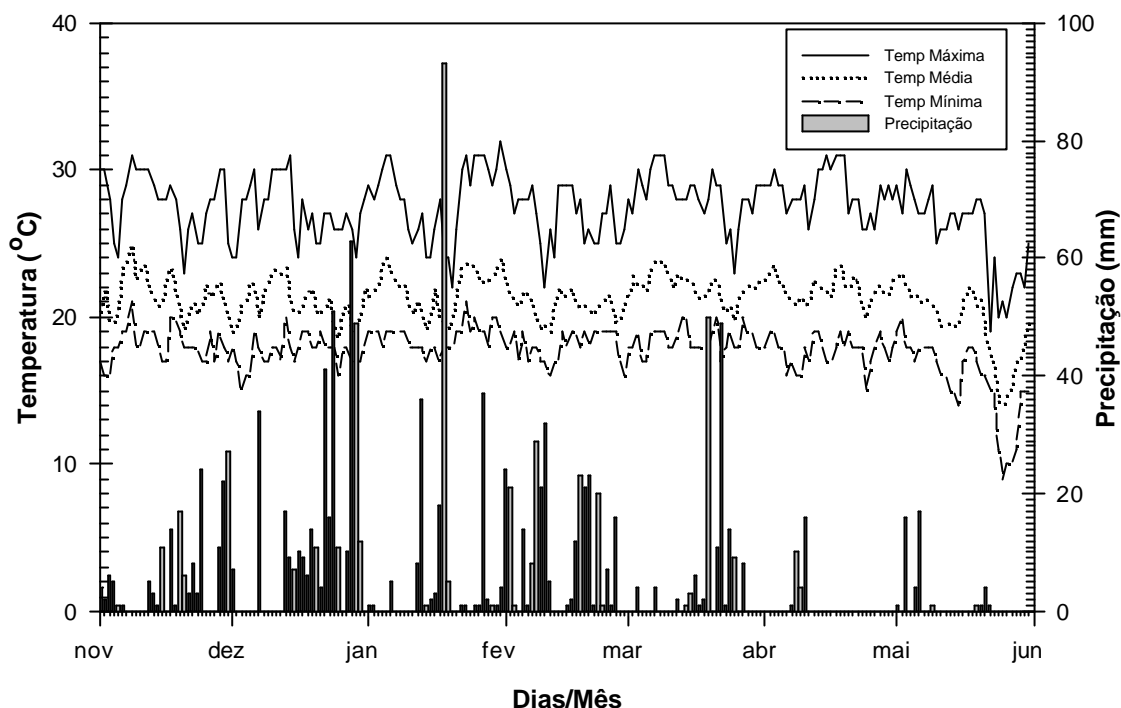


Figura 1 – Dados diários de temperaturas máxima, mínima e média (°C) e de precipitação (mm), durante o ciclo da soja, ano agrícola 2001/02, no município de São Gotardo-MG.

A classificação das sementes por tamanho seguiu o padrão de classificação nacional, usada nas Unidades de Beneficiamento de Sementes de Soja (ZORATO *et al.*, 2002; EMBRAPA SOJA, 2005). Utilizando um conjunto de peneiras de orifícios redondos, colocados justapostas em ordem decrescente de tamanho, as sementes dos cultivares foram classificadas manualmente nas seguintes dimensões: 17/64, 16/64, 15/64, 14/64 e 13/64 de polegadas (6,75, 6,35, 5,95, 5,55 e 5,16 mm). Foi mantida uma amostra de sementes do bte original sem classificação, sendo esta utilizada como testemunha. Em seguida, as sementes foram acondicionadas em sacos de algodão e, posteriormente, colocadas em câmara fria, sob condições controladas de temperatura, a 10 e 70% de umidade relativa, até o momento em que as análises foram executadas.

Cado cultivar, com seus referidos tipos de colheitas (mecânica e manual), constituiu um experimento. Em ambos os cultivares, após a classificação, os tratamentos constituíram-se de 48 unidades experimentais, sendo dois tipos de colheitas (mecânica e manual) na parcela e, nas

subparcelas, os tamanhos de sementes 6,75, 6,35, 5,95, 5,55, 5,16 mm e a testemunha, cada qual representada por quatro repetições. A descrição das classes de tamanho de sementes dos cultivares e a distribuição percentual do tamanho das sementes dentro de cada classe estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição percentual das diferentes categorias de tamanho de sementes de soja retidas em peneiras de crivos redondos para os cultivares Splendor e Elite, colhidas mecânica e manualmente, no ano agrícola 2001/02

Categoria de Tamanho (mm)	Retenção de Sementes (%) ^{1/}			
	Colheita Mecânica		Colheita Manual	
	Splendor	Elite	Splendor	Elite
7,54 ^{2/}	-	0,74	-	0,96
7,14 ^{2/}	-	0,09	-	0,06
6,75	2,51	42,34	1,56	45,93
6,35	21,82	40,21	19,02	37,06
5,95	47,60	12,89	45,52	12,56
5,55	24,12	3,33	26,45	2,61
5,16	3,74	0,39	5,86	0,52
Bandinha ^{3/}	0,21	0,02	1,59	0,30

^{1/} Percentual médio de quatro amostras de 1 kg de sementes retiradas do lote original.

^{2/} Quantidade insuficiente de semente para instalar o experimento.

2.1 Avaliação da qualidade das sementes

No período da execução dos ensaios as sementes foram submetidas às seguintes avaliações: a) determinação do teor de água (bu) – utilizou-se o método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, com duas subamostras de aproximadamente 25 g de sementes cada, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992); b) massa de 1.000 sementes – foi obtida com o uso de oito repetições de 100 sementes por tratamento, as quais foram pesadas em balança de 1.000 g \pm 0,1 g, seguindo-se o procedimento descrito nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992); c) germinação – foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento, com duas subamostras de 50 sementes por repetição. As

sementes foram semeadas em papel germiteste, previamente umedecido com uma quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, à temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas aos cinco e oito dias após a instalação do teste (BRASIL, 1992); d) primeira contagem do teste de germinação – obtida no teste de germinação, avaliado no quinto dia após a instalação do teste; e) envelhecimento acelerado - foram utilizadas 100 sementes por tratamento, que foram distribuídas sobre uma tela de alumínio, fixada em caixas plásticas tipo “gerbox”, contendo no fundo uma lâmina de 40 mL de água destilada. Utilizou-se isopor para cobrir a superfície livre da tela. Posteriormente, os “gerbox” foram colocados em uma câmara BOD, onde permaneceram por 48 horas, à temperatura de 41 °C (AOSA, 1983; KRZYZANOWSKI *et al.*, 1991; MARCOS FILHO, 1999). Após esse período, as sementes envelhecidas foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. Foi feita a avaliação no quinto dia, realizando-se a contagem das plântulas normais, e os resultados foram expressos em porcentagem; f) condutividade elétrica – foi usada a metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999). Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento, pesadas com precisão de 0,001 g e, posteriormente, colocadas em copos plásticos de 200 mL, contendo 75 mL de água destilada, permanecendo em um germinador, à temperatura de 25°C, durante 24 horas. Ao final desse período, o conteúdo dos copos foi agitado com um bastão de vidro, permitindo a uniformização dos lixiviados na solução, e então foram feitas as leituras da condutividade elétrica da solução de embebição, em condutímetro DIGIMED modelo CD-21. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de semente; g) emergência em leito de areia – este teste foi conduzido na casa de vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da UFV, em Viçosa-MG. Utilizaram-se bandejas plásticas com dimensões de 35 x 29,5 x 6, com areia previamente lavada e esterilizada com brometo de metila. Em cada tratamento foram usadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas em sulcos longitudinais com 0,5 cm de profundidade e espaçados de 4 cm entre si, distribuindo-se 25 sementes por sulco. As irrigações foram feitas sempre que necessário. Quando as plântulas apresentaram o primeiro par de folhas unifoliadas completamente

abertas, foram feitas a avaliação e a contagem das plântulas emergidas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais; e h) índice de velocidade de emergência em leito de areia – a determinação desse teste foi realizada no teste de emergência em leito de areia. A partir do primeiro dia em que se observou a primeira plântula emergida (plântulas que apresentavam os cotilédones ainda fechados, perpendiculares ao eixo longitudinal do hipocótilo), foram realizadas contagens diárias das plântulas emergidas, até o momento em que as contagens permanecessem constantes. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado, utilizando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

em que

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, \dots, E_n = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem; e

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da semente à primeira, segunda, ..., última contagem.

2.2 Delineamento e análise estatística

O delineamento estatístico para as várias avaliações realizadas foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em que cada cultivar constituiu um experimento. Os dados foram avaliados como um experimento inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos alocados nas parcelas para os dois cultivares (Splendor e Elite) foram compostos pelos tipos de colheita (mecânica e manual) e nas subparcelas, pelas classes de tamanhos de sementes (6,75, 6,35, 5,95, 5,55 e 5,16 mm), mais a testemunha (sementes sem classificação). Os dados obtidos em todas as avaliações foram submetidos aos testes de normalidade

(teste de Lillifors) e homogeneidade de variâncias residuais entre os tratamentos (teste de Cochran), e não houve a necessidade de transformação dos dados das variáveis. Em seguida, os resultados de cada cultivar foram submetidos à análise de variância, e no caso de interações significativas pelo teste de F (1 e 5% de probabilidade) procedeu-se aos desdobramentos (CAMPOS, 1984). Para melhor demonstrar e explicar os resultados, no caso de as interações serem não-significativas e suas respectivas variáveis independentes, optou-se assim mesmo, em demonstrar os resultados nas tabelas. As comparações entre as médias das variáveis foram feitas, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram feitas com o uso do programa SAEG 9.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

3. Resultados e discussão

Os teores de água das sementes, determinados após a classificação das sementes e antes de elas serem colocadas na câmara fria até o momento da execução dos testes, variaram entre 10,02 e 10,77%, 10,79 e 11,49% para os cultivares Splendor e Elite, respectivamente. As sementes foram colhidas em campo, ao atingirem teor de água em torno de 13% de umidade. Estes valores estão de acordo com os indicados, por demonstrarem ser valores que limitam a extensão e severidade de danos nas sementes colhidas (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1993).

Os dados de peso de 1.000 sementes, referentes aos tamanhos e para cada tipo de colheita, estão na Tabela 2. Observa-se claramente, para os dois cultivares, que a separação das sementes em classes de tamanho correspondeu à separação pelo peso unitário das sementes, com decréscimo no peso à medida que diminuiu o tamanho da semente. Assim, a classificação por tamanho pode ser entendida também como uma classificação por peso. Diferentemente, Nogueira (1988) não encontrou diferenças no peso de 1.000 sementes para os diferentes tamanhos estudados.

Tabela 2 – Médias do peso de 1.000 sementes (g) de cultivares de soja Splendor e Elite colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	Splendor		Média
	Colheita Mecânica	Colheita Manual	
6,75	195,41	192,12	193,76 a
6,35	168,78	172,35	170,57 b
5,95	143,99	148,66	146,33 c
5,55	118,22	121,44	119,83 d
5,16	97,79	97,60	97,69 e
Testemunha	141,08	140,73	140,90 c
Média	144,21	145,48	
	Elite		Média
6,75	201,97 a B	211,19 a A	206,58
6,35	162,54 b B	172,32 c A	167,43
5,95	136,10 c B	143,95 d A	140,03
5,55	113,64 d A	117,04 e A	115,34
5,16	97,78 e A	100,03 f A	99,03
Testemunha	160,57 b B	185,30 b A	172,94
Média	145,43	155,01	

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No cultivar Elite, o peso de 1.000 sementes das não-classificadas (testemunha), colhidas mecanicamente, não diferiu do tamanho 6,35 mm. Já para a colheita manual, esse mesmo tratamento ficou entre os tamanhos 6,75 e 6,35 mm. Nesse cultivar, o maior percentual de sementes ficou retido nas peneiras de maior tamanho, o que explica esse fato (Tabela 1). O mesmo foi evidenciado no cultivar Splendor, em que o tamanho de semente 5,95 mm não diferiu do tamanho da testemunha.

De acordo com Peske (2002), é muito importante conhecer o peso de 1.000 sementes, porque os cultivares de soja requerem um estande bastante preciso, pois se for superior ao recomendado apresentará plantas débeis, com forte possibilidade de acamamento, e se for inferior afetará o rendimento da lavoura. Conhecendo o peso das sementes, fica fácil adquirir uma quantidade certa de sementes para a semeadura, pois na sua maioria a soja é vendida em sacos de 40 kg, o que contribui para calcular o número de sementes por embalagem.

Com relação à influência exercida na qualidade fisiológica pelo tipo de colheita usado, os dados apresentados na Tabela 3 mostram que as sementes colhidas mecanicamente e as manuais, cultivar Splendor, não diferiram em qualidade pelos testes de germinação e envelhecimento acelerado. Por outro lado, os testes de porcentagem de emergência em areia, velocidade de emergência e condutividade elétrica demonstraram que as sementes colhidas manualmente foram superiores.

Tabela 3 – Porcentagens médias das variáveis primeira contagem de germinação (PC), germinação (GER), envelhecimento acelerado (EA), porcentagem de emergência em leito de areia (ELA), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVELA) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) (CE) de sementes de soja cultivares Splendor e Elite colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Cultivares	Testes	Colheita Mecânica (%)	Colheita Manual (%)
Splendor	GER	71,00 A	76,54 A
	EA	23,66 A	34,04 A
	ELA	90,42 B	96,00 A
	IVELA	16,48 B	17,28 A
	CE	79,65 A	67,59 B
Elite	PC	51,08 A	56,95 A
	GER	80,25 B	85,20 A
	EA	71,33 A	72,46 A
	ELA	90,75 B	93,45 A
	IVELA	17,57 A	17,32 A
	CE	79,25 B	67,40 B

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A baixa porcentagem de sementes germinadas, tanto no teste de germinação como no de envelhecimento acelerado, mais intensa no cultivar Splendor, pode estar relacionada com a alta infecção de microrganismo. A porcentagem de emergência em areia foi bem superior. Segundo França-Neto e Henning (1992), o teste de emergência em leito de areia pode contornar o problema de avaliação da germinação de sementes infeccionadas por *Phomopsis* sp., em laboratório, uma vez que a emergência

em areia é pouco afetada pelo fungo. Nessas condições, existe a possibilidade de escape por parte das plântulas, que, ao emergirem, deixam o tegumento contaminado no solo, ficando os cotilédones sem o fungo que causaria o apodrecimento destes; além disto, o fungo não encontraria umidade e temperatura ideais para o seu desenvolvimento. França-Neto (1994) relatou que o teste de germinação, que avalia o desenvolvimento de plântula, é bastante afetado por condições ambientais e microrganismo.

A comercialização de sementes de soja só é feita dentro de um certo padrão mínimo de germinação (EMBRAPA SOJA, 2005). Para sementes certificadas, nos Estados de Goiás, Tocantins, Santa Catarina, Minas Gerais e Mato Grosso a germinação mínima é de 75%, enquanto nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal, é em torno de 80%. Esses mesmos padrões são adotados para sementes fiscalizadas, com exceção do Estado de Santa Catarina, onde é recomendado 80%. Diante deste fato e dos resultados de germinação, percebe-se que somente o teste de germinação não oferece um indicativo confiável e seguro para tomada de decisão.

No cultivar Elite foram observados, em relação à porcentagem de emergência em leito de areia e germinação, menores vigor e germinação, respectivamente, para as sementes provenientes da colheita mecânica. Já para o mesmo cultivar, quanto à condutividade elétrica, não foram evidenciadas diferenças significativas de vigor entre as sementes colhidas pelo método mecânico e manual. Apesar de os demais testes não terem demonstrado diferenças na qualidade e no vigor das sementes colhidas mecânica e manualmente, em valores numéricos, as colhidas manualmente apresentaram-se superiores.

Para o cultivar Splendor, os diferentes tamanhos das sementes colhidas comportaram-se diferentemente quanto ao teste aplicado para avaliar a qualidade e o vigor das sementes (Tabela 4). As sementes de menor (5,16 mm) e maior tamanho 6,75 mm, juntamente com a testemunha, apresentaram menor porcentagem de germinação, diferindo dos tamanhos intermediários. Beckert (2000) relatou que o fato de as sementes menores apresentarem baixa porcentagem pode estar associado à maior porcentagem de sementes malformadas, devido à ocorrência de doenças,

Tabela 4 – Porcentagens médias de germinação (GER), envelhecimento acelerado (EA), emergência em leito de areia (ELA), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVELA) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) (CE) de sementes de soja cultivar Splendor, colhidas mecânica e manualmente, classificadas por tamanho^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	GER	EA	ELA	IVELA	CE
6,75	53,00 c	28,12 ab	91,25 a	16,28 b	71,82 b
6,35	87,25 a	27,00 ab	93,87 a	16,58 ab	69,40 b
5,95	90,62 a	23,00 b	94,50 a	17,05 a	69,73 b
5,55	83,00 a	30,38 ab	93,62 a	17,29 a	75,28 ab
5,16	70,25 b	36,25 a	93,75 a	17,12 a	82,95 a
Testemunha	58,50 c	28,38 ab	92,25 a	17,02 ab	72,51 b

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

insetos ou condições ambientais desfavoráveis durante a fase de produção. Já as sementes maiores, por apresentarem maior diâmetro, provavelmente tenham sofrido maior incidência de danos mecânicos devido à colheita mecanizada (BUNCH, 1962; HARTWIG e EDWARDS, 1970).

Para os dois cultivares (Tabelas 4 e 5), pelo teste de condutividade elétrica, o menor tamanho de sementes (5,16 mm) foi classificado como de inferior vigor, tendo ocorrido maior lixiviação de solutos, apesar de não diferir do tamanho 5,55 mm. O tamanho de sementes não influenciou a porcentagem de emergência de plântulas em leito de areia, porém, em relação ao índice de velocidade de emergência, o maior tamanho apresentou menor vigor em relação ao menor tamanho (Tabela 4). Diferentemente deste resultado, Souza (1988) e Nogueira (1988) verificaram que o índice de velocidade de emergência avaliado em leito de areia não foi influenciado significativamente pelos tamanhos de sementes.

Para Sung (1992), a maior velocidade de emergência das sementes menores e com sistema radicular bem mais desenvolvido é, provavelmente, por necessitarem de menor quantidade de água para germinar. O autor afirma que sementes de soja apresentam grande superfície exposta do tegumento, e, portanto, são mais sujeitas a danos mecânicos, o que interfere

Tabela 5 – Porcentagens médias de primeira contagem de germinação (PC), germinação (GER), envelhecimento acelerado (EA), emergência em leito de areia (ELA), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVELA) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) (CE) de sementes de soja cultivar Elite colhidas mecânica e manualmente, classificadas por tamanho^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	PC	GER	EA	ELA	IVELA	CE
6,75	53,62 a	76,62 b	76,88 a	95,75 a	16,99 ab	60,29 c
6,35	53,25 a	88,37 a	78,88 a	96,00 a	17,90 a	63,72 c
5,95	51,87 a	89,75 a	76,00 a	96,00 a	18,09 a	69,85 c
5,55	54,00 a	87,00 a	73,00 ab	89,12 b	17,59 a	84,25 b
5,16	56,00 a	77,25 b	60,88 b	80,75 c	16,22 b	98,55 a
Testemunha	55,38 a	77,38 b	65,75 ab	95,00 a	17,87 a	63,25 c

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

na taxa de respiração e permite também a entrada de microrganismos, ficando essas sementes, quando analisadas pelo processo do envelhecimento acelerado, suscetíveis ao desenvolvimento desses microrganismos. É o que se pode observar para o tamanho de sementes 5,95 mm; quando foram submetidas ao envelhecimento acelerado, apresentaram baixa porcentagem de germinação, e enquanto em outros testes foram tidas como de excelente qualidade.

Na Tabela 5 constata-se mais uma vez, que o teste de germinação para as sementes do cultivar Elite evidenciou os tamanhos de sementes 6,75 e 5,16 mm como de baixa qualidade. Já o vigor, quando avaliado pelo teste de primeira contagem de germinação, não foi influenciado pelo tamanho das sementes. Segundo resultados encontrados por Bunch (1962) e Hartwig e Edwards (1970), o fato de as sementes maiores e menores apresentarem qualidade inferior no teste de germinação seria devido ao fato de as sementes de maior tamanho estarem mais sujeitas a danos mecânicos e as de menor tamanho apresentarem menor quantidade de reservas.

Para o cultivar Splendor, os dados obtidos no teste de primeira contagem de germinação (Tabela 6) demonstraram que os tamanhos de sementes não influenciaram a porcentagem de germinação pelo teste de primeira contagem, dentro de cada tipo de colheita.

Tabela 6 – Porcentagens médias do teste de primeira contagem de germinação (PC) das combinações colheita mecânica e manual com as classes de tamanho de sementes de sojo cultivar Splendor^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	PC		Média
	Colheita Mecânica	Colheita Manual	
6,75	27,50 a B	60,75 a A	44,12
6,35	46,25 a A	49,25 a A	47,75
5,95	44,25 a A	55,75 a A	50,00
5,55	46,25 a B	62,00 a A	54,12
5,16	43,25 a A	48,50 a A	45,88
Testemunha	40,00 a A	44,75 a A	42,38
Média	41,25	53,50	

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de porcentagem de germinação das sementes de tamanhos 6,75 e 5,55 mm demonstram que a colheita mecânica foi mais danosa a estas sementes, que as feitas manualmente.

4. Conclusões

Os resultados encontrados demonstraram que as sementes colhidas mecanicamente foram mais suscetíveis à perda de qualidade que as colhidas manualmente.

A classificação de sementes de soja em categoria de tamanho influenciou a sua qualidade fisiológica e o seu vigor, de acordo com o cultivar.

As sementes do cultivar Splendor de tamanho 5,16 mm apresentaram menor qualidade e vigor, quando foram analisadas pelo teste de germinação e condutividade elétrica.

No cultivar Elite, as sementes de tamanho intermediário (5,95 mm) e as pequenas (5,16 mm) foram as que demonstraram melhor e pior qualidade, respectivamente.

Em ambos os cultivares, as sementes de todos os tamanhos obtiveram excelente emergência em leito de areia, com exceção das sementes de tamanhos 5,16 e 5,55 mm, do cultivar Elite, que apresentaram baixa qualidade.

5. Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS-AOSA. **Seed vigor testing** handbook. AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).

AMARAL, A.S.; BICCA, L.H.F.; WOBERTO, L.A. Classificação de sementes de ervilha. **Lavoura Arrozeira**, v.348, p.32-35, 1984.

BECKERT, O.P.; MIGUEL, M.H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.671-675, 2000.

BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I. SCHUAB, S.R.P. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após

o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.25, n.2 p.449-457, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV/SNAD/MA, 1992. 365p.

BUNCH, H.D. Problems in seed processing. **Seed World**, Chicago, v.90, n.9, p.8-11, 1962.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINHA, A.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, F.E.; BORDINGNON, J.R.; KRZYSANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito da colheita mecânica de soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.140-145, 2001.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja** - Região Central do Brasil 2005. Londrina: EMBRAPA, 2005. 239p.

FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (Circular técnica 9).

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **DIACOM: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja**. Londrina: EMBRAPA, CNPS, 1992. 22p. (Circular técnica, 10).

FRANÇA NETO, J.B. O teste de tetrazólio em sementes de soja. In: VIEIRA, R.D. CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.87-102.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYSANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (Documento, 116).

HARTWIG, E.E.; EDWARDS, J.C.J. Effects of morphological characteristic upon seed yield of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.62, n1, p.64-65, 1970.

KRZYSANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo Abrates**, Londrina, v.1, n.2, p. 15-20, 1991.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; GILIOLI, F.L.; MIRANDA, L.C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, N.E. SOUZA, P.I.M. (Ed.) **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.465-522.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. p.3.1-3.24.

MARCONDES, M.C.M.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I.C.B. Danos mecânicos e qualidade de semente de soja colhida pelo sistema convencional e axial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.125-129, 2005.

MENEZES, D.; GOMES, A.C.; GUIMARÃES, R.M. Influência do tamanho da semente de milho (*Zea mays* L.), na qualidade fisiológica. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.4, 1991, p.42.

NOGUEIRA, P.R. **Influência do tamanho da semente no desempenho das plantas de soja (*Glycine max* (L) Merrill) no campo**. 1988. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

PESKE, S.T. Classificação de sementes. **Seed News**, ano VI, n.3. p.20-21, maio/junho 2002.

PESKE, S.T. Classificação de sementes. **Seed News**, ano VI, n.3. p.20-21, maio/junho 2002.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.283-298.

POPINIGIS, F. **Qualidade fisiológica de sementes**. Vol. 1, n.1, dezembro 1975.

POPINIGIS, F. **Qualidade fisiológica de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análise estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SANTOS, P.M.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; ARAÚJO, E.F.; CECON, P.R.; SANTOS, M.R. Efeito da classificação por tamanho de semente de soja na sua qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.395-402, July/Setpt. 2005.

SANTOS, P.M.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; ARAÚJO, E.F.; CECON, P.R.; SANTOS, M.R. Influência do tamanho de semente de soja na qualidade

fisiológica e sanitária durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v.31, n.1, p.8-16, 2006.

SILVA, C.M.; MESQUITA, A.N.; PEREIRA, L.A.G. Efeito da época de colheita na qualidade da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, n.2 p.41-48, 1979.

SOUZA, L.C.F. **Efeito da classificação por tamanho de sementes de soja (Glycine max (L) Merrill) sobre a germinação, vigor, desempenho das plantas no campo e qualidade das sementes colhidas**. 1988. 101 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Univesidade Federal de Viçosa, 1988.

SUNG, F.J.M. Field emergence of edible soybean seeds differing in seed size and emergence strength. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.20, n.3, p.527-532, 1992.

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.

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; TARCÍSIO, J.; THIÉBAUT, L. Efeito do retardamento da colheita, sobre a qualidade de sementes de soja cv 'UFV-2'. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.4, n.2, 9-22, 1982.

ZORATO, M.F.; SILVA, A.P.; ASTAFEIEF, N.C.; WATANABE, P.A.T. **Nova classificação por tamanhos em sementes de soja**. In: RESUMOS DO II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2002. p.368.

Qualidade fisiológica e causas de deterioração, pelo teste de tetrazólio, em sementes de soja colhidas por diferentes métodos e classificadas por tamanho

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do método de colheita e do tamanho de sementes de soja na sua qualidade fisiológica, bem como identificar as causas dos danos ocorridos nas sementes. Para tanto, foram conduzidos ensaios no Laboratório de Pesquisa de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa-UFV. Utilizaram-se sementes básicas dos cultivares Splendor e Elite, safra 2001/02, produzidas em campos de produção de sementes pela empresa Coopadap (Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba), no município de São Gotardo-MG. As amostras de sementes, colhidas mecanicamente, foram coletadas no tanque graneleiro; quanto às colhidas manualmente, foram arrancadas as plantas, em diferentes pontos, no campo e encaminhadas para a UFRV, onde foram debulhadas, sem o uso de máquinas. Nas sementes classificadas manualmente foi utilizado um conjunto de peneiras de furos redondos. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas pelos tipos de colheitas (mecânica e manual) e as subparcelas, pelos tamanhos de sementes (6,75, 6,35, 5,95, 5,55, 5,16 mm e não-classificadas). Para análise da qualidade, foram utilizadas as seguintes características: vigor (TZ-VIGOR 1-3), germinação (TZ-GERM 1-5), danos mecânicos (TZ-DM 1-8 e 6-8), deterioração por umidade (TZ-DU 1-8 e 6-8) e lesões por ataque de percevejos (TZ-DP 1-8 e 6-8). Foi determinado, também, o teor de água. As sementes dos cultivares Splendor e Elite, colhidas mecanicamente, apresentaram menor potencial de vigor e germinação, em função dos altos níveis de danos mecânicos nas sementes maiores (Splendor) e lesões por percevejos nas sementes menores (Elite). Os danos mecânicos foram significativamente maiores nas sementes colhidas mecanicamente, em ambos os cultivares. As sementes de tamanho intermediário (5,95 e 5,55 mm) do cultivar Splendor, colhidas mecanicamente, apresentaram maior potencial de vigor e germinação que as de tamanhos 6,75 e 6,35 mm, de baixo potencial. As sementes do cultivar Elite que apresentaram maior vigor e germinação foram as de tamanhos 6,75, 6,35 e 5,95 mm; as sementes de menor tamanho (5,16 mm) foram de qualidade inferior. A ocorrência de dano mecânico (TZ-DM 6-8) na colheita foi mais elevada nas sementes maiores (tamanhos 6,75, 6,35 mm), para o cultivar Splendor. As sementes de tamanho 5,16 mm, para ambos os cultivares, apresentaram maior porcentagem de lesões causadas por percevejo (TZ-DP 6-8), sendo uma das causas que mais contribuiu para a perda da viabilidade nas sementes, juntamente com os danos mecânicos.

Palavras-chave: colheita, tamanho, sementes, soja, tetrazólio.

Physiological quality and deterioration causes evaluated by the tetrazolium test in soybean seeds harvested by two methods and classified by size

Abstract: This work aimed to evaluate the influence of harvest method and size of soybean seeds on their physiological quality, as well as to identify the causes of damages that occurred in the seeds. Thus, assays were conducted at the Laboratory of Soybean Seed Research of the Department of Plant Science of the Universidade Federal de Viçosa-UFV. Basic seeds of the cultivars Splendor and Elite, 2001/2002 crop, were used, produced in fields by the Coopadap Company (Alto Paranaíba Farming Cooperative), in São Gotardo-MG. The mechanically-harvested seed samples were collected in a grain tank while the manually- produced seeds were obtained from several points in the field and sent to the UFV, where they were hulled manually. The seeds were also classified manually by using a set of sieves with round holes. The experiment was arranged in a completely randomized design in a split-plot scheme and four repetitions. The plots were constituted by two harvest types (mechanical and manual) and the sub-plots by seed sizes (6.75, 6.35, 5.95, 5.55, 5.16 mm and non-classified). For quality analysis, the following characteristics were used: vigor (TZ-VIGOR 1-3), germination (TZ-GERM 1-5), mechanical damages (TZ-DM 1-8 and 6-8), deterioration due to humidity (TZ-DU 1-8 and 6-8) and bug lesions (TZ-DP 1-8 and 6-8). Water content was also determined. The mechanically-harvested Splendor and Elite cultivar seeds presented lower vigor and germination potential in function of the high mechanical damages caused in the larger seeds (Splendor) and bug lesions on the smaller seeds (Elite). The damages were significantly higher in the mechanically- harvested seeds in both cultivars. The mechanically-harvested Splendor cultivar intermediary size seeds (5.95 and 5.55 mm) presented higher vigor and germination potential than the 6.75 and 6.35 mm size seeds, of low potential. The cultivar Elite seeds presenting higher vigor and germination were size 6.75, 6.35 and 5.95 mm; the smaller size seeds (5.16 mm) were of inferior quality. Mechanical harvest damage (TZ-DM 6-8) was higher in the larger seeds (sizes 6.75, 6.35 mm), for cultivar Splendor. Seeds size 5.16 mm, for both cultivars, presented a higher percentage of bug lesions (TZ-DP 6-8), which was one of the causes that most contributed to seed viability loss, together with mechanical damages.

Keywords: harvest, size, seeds, soybean, tetrazolium.

1. Introdução

A soja, no Brasil, cresce não somente no que diz respeito à área cultivada, mas também vem aumentando consideravelmente nas últimas safras em produtividade, com previsão de crescimento de 4% na safra 2005/06, alcançando 23,8 milhões de hectares (MELLO, 2005).

Vários são os fatores que contribuem para o aumento da produtividade, tanto no Brasil, quanto mundialmente. Porém, ainda persistem etapas no processo produtivo da soja que são responsáveis por perdas quantitativas de grãos que ficam na superfície do solo e por perdas qualitativas, devido a danos mecânicos nos grãos e nas sementes comercializadas (PINHEIRO NETO e GAMERO, 2000). A colheita é uma dessas importantes etapas no processo produtivo, principalmente pelos riscos que a lavoura destinada ao consumo ou à produção de sementes está sujeita e por ser quando acontecem grandes desperdícios, tanto em quantidade, como em qualidade de grãos e, ou, sementes de soja (MESQUITA *et al.*, 1994; PINHEIRO NETO e TROLI, 2003).

Entre as causas responsáveis pelas perdas qualitativas em sementes de soja destacam-se os danos mecânicos, principalmente durante as operações de colheita e beneficiamento, quando as trincas ou rachaduras situadas superficialmente são facilmente detectadas e os danos mecânicos internos exigem exames mais detalhados para sua detecção (FLOR *et al.*, 2004).

Conforme França-Neto e Henning (1984), a semente de soja é muito sensível aos impactos mecânicos, uma vez que as partes vitais do eixo embrionário, como radícula, hipocótilo e plúmula, estão situadas sob um tegumento pouco espesso e que praticamente não lhe oferece proteção.

Vários são os fatores que afetam a qualidade das sementes de soja. Os principais são os danos mecânicos, a deterioração por excesso de umidade e as lesões por percevejos, por secas e altas temperaturas, por secagem e por geadas. A colheita mecânica, quando não efetuada rigorosamente, pode proporcionar perdas expressivas (FRANÇA-NETO 1999; COSTA *et al.*, 2001). Pelo pressuposto, fica evidente o quanto esse tipo de colheita predispõe as sementes de soja a danos, comprometendo a

qualidade das sementes colhidas e, conseqüentemente, a sua futura comercialização.

A avaliação da qualidade fisiológica é de grande importância em um sistema ou programa de produção de sementes e deve ser monitorada constantemente. Ter em mãos testes para avaliação da qualidade de sementes e que forneçam resultados precisos e confiáveis em período de tempo o mais curto possível é desejável, pois eles possibilitam tomadas de decisões nas diferentes etapas do processo produtivo, que envolvem a fase de pré-colheita, a colheita e a pós-colheita.

Dentro desse contexto, o teste de tetrazólio vem sendo utilizado para monitorar a qualidade da semente quanto à viabilidade e ao vigor, desde a fase de pré-colheita até a sua comercialização final, possibilitando, assim, controlar a ação dos fatores que contribuem para depreciar a qualidade de sementes de soja, como dano mecânico, deterioração por umidade e lesões causadas por percevejos (KRZYZANOWSKI e FRANÇA-NETO, 1991). O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases, particularmente desidrogenase do ácido málico, as quais catalisam as reações respiratórias nas mitocôndrias durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Essas enzimas reduzem o sal de tetrazólio (2, 3, 5 – trifenil cloreto de tetrazólio) nos tecidos vivos das sementes, onde íons de H^+ são transferidos para o referido sal. Assim, em contato com a semente, o tetrazólio, que é um sal incolor e difusível, sofre reação de redução nas células vivas, resultando na formação de um composto vermelho, não-difusível, conhecido como trifenilformazan, indicando haver atividade respiratória nas mitocôndrias e, conseqüentemente, que o tecido é viável (FRANÇA-NETO *et al.*, 1999). Portanto, por meio do conhecimento das características morfológicas da semente e da plântula, é possível, pela coloração obtida nas diferentes partes da semente, visualizar a presença, a localidade e a natureza das alterações nos tecidos, podendo ser identificadas, muitas vezes, as causas da perda da viabilidade e do vigor (FRANÇA-NETO *et al.*, 1999).

De acordo com Menezes (2001), a qualidade fisiológica das sementes pode ser influenciada por operações decorrentes da colheita, da secagem, do beneficiamento e da semeadura, que diferenciam entre si em relação a cada espécie. Desses, o beneficiamento de sementes é parte

essencial da tecnologia envolvida na produção de sementes de alta qualidade, em que a classificação de sementes é apenas uma etapa inserida no processo de beneficiamento e que confere melhor aspecto ao lote, pela uniformidade em tamanho e forma, facilitando e tornando mais eficiente o tratamento químico das sementes, bem como viabiliza a semeadura (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Muitos trabalhos, com várias espécies de sementes, têm demonstrado a influência que o tamanho das sementes exerce sobre o desempenho da própria semente e o comportamento das plantas resultantes, sendo às vezes os resultados encontrados pela pesquisa um tanto divergentes (NAKAMURA e MUGNISJAH, 1986; MARTINELLI e CARVALHO, 1999; KRZYZANOWSKI *et al.*, 1991; YOKOMIZO, 2000).

Krzyzanowski *et al.* (1991) observaram que as sementes de soja de menor tamanho, retidas na peneira 12/64 x 3/4 de polegadas (4,76 x 19,05 mm), foram superiores quanto ao vigor pelo teste de tetrazólio, em razão de estas sementes serem menos sujeitas à danificação mecânica nos processos de colheita e beneficiamento. Porém a germinação, pelo mesmo teste, não foi diferente para as sementes de maior tamanho. Krzyzanowski *et al.* (1993) relataram a existência de interações muito grandes entre qualidade fisiológica, tamanho de sementes e microrganismos como causa e efeito da deterioração das sementes de soja. Cultivares de soja que produzem sementes pequenas, de menor peso, demonstraram melhor germinação e emergência, menor dano mecânico na colheita e no beneficiamento e menor infecção por fungos.

Já Costa *et al.* (2003), avaliando a qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja de algumas regiões produtoras do Brasil e usando o teste de tetrazólio, concluíram que as sementes de soja provenientes de algumas regiões, por apresentarem elevados índices de quebras, ruptura de tegumento e danos mecânicos, apresentaram qualidade fisiológica inferior.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio do teste de tetrazólio, a qualidade fisiológica das sementes de soja colhidas por diferentes métodos e classificadas por tamanhos, como também as possíveis causas da deterioração, sejam elas por processos mecânicos, por umidade ou por lesões por percevejos.

2. Material e métodos

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, e na empresa produtora de sementes Coopadap, no município de São Gotardo-MG.

Nos testes experimentais, foram utilizadas sementes de soja dos cultivares Splendor e Elite, provenientes de campos de produção de sementes básicas da empresa produtora de sementes Coopadap (Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba), no município de São Gotardo-MG, safra 2001/02. Os dados de precipitação pluvial e temperaturas máxima, mínima e média do ar, referentes ao período de duração do ciclo da soja, estão na Figura 1.

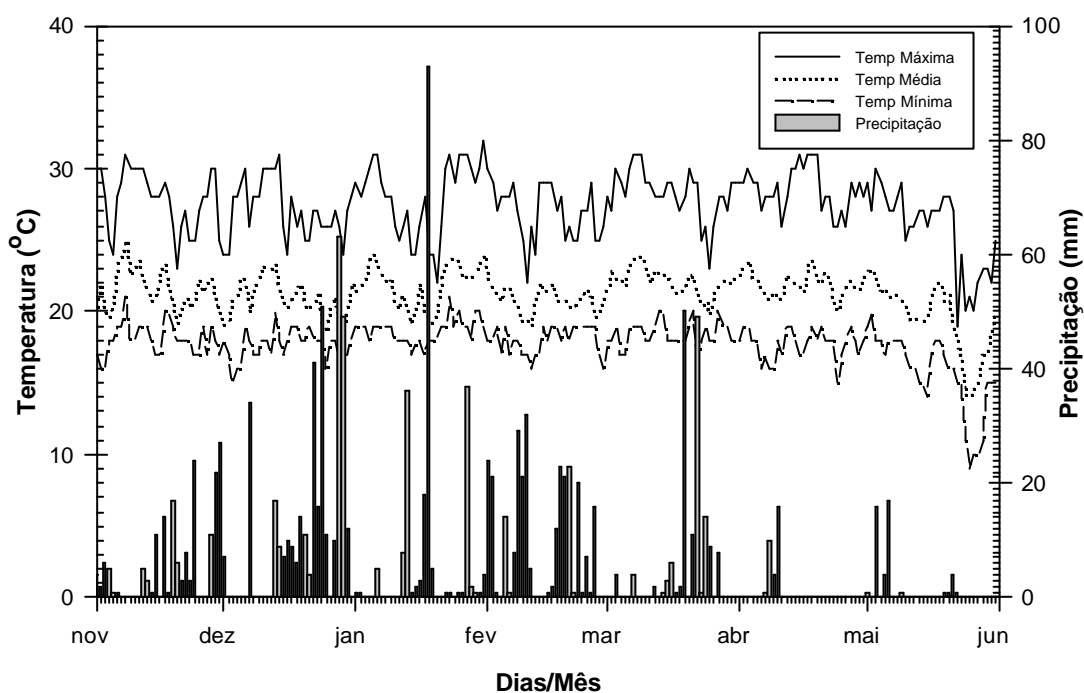


Figura 1 – Dados diários de temperaturas máxima, mínima e média (°C) e de precipitação (mm), durante o ciclo da soja, ano agrícola 2001/02, no município de São Gotardo-MG.

As sementes usadas foram provenientes de campos de produção de sementes, instalados e conduzidos tecnicamente em escala comercial, onde todas as práticas de manejo consideradas como essenciais para o cultivo

da soja foram feitas, por exemplo, correção e preparo do solo, tratamento das sementes, controle de plantas daninhas e, quando necessário, monitoramento e controle, de pragas e doenças.

A colheita mecânica dos dois cultivares foi feita com o uso de combinadas automotrizes, modelo New Holland 4040. As amostras de trabalho foram obtidas pela coleta de várias amostras simples no tanque graneleiro. Essas amostras simples foram retiradas à medida que se processava a colheita, e em número suficiente que representasse a área do cultivar. Na colheita manual, as plantas de soja foram arrancadas em diferentes pontos no campo de produção de sementes e acondicionadas em sacos de polipropileno trançado. As sementes colhidas mecânicamente e as plantas arrancadas manualmente foram encaminhadas para a Universidade Federal de Viçosa, onde as vagens da colheita manual foram debulhadas manualmente.

As amostras de sementes foram homogeneizadas em aparelho tipo “Boerner”, e antes da classificação foram divididas em quatro repetições.

Na classificação das sementes por tamanho, utilizou-se o padrão de classificação nacional, no qual são usadas as Unidades de Beneficiamento de Sementes de Soja (ZORATO *et al.*, 2002; EMBRAPA SOJA, 2005). Com o uso de um conjunto de peneiras de orifícios redondos, colocados de forma justaposta em ordem decrescente de tamanho, as sementes foram classificadas manualmente nas seguintes dimensões: 17/64, 16/64, 15/64, 14/64, 13/64 de polegadas (6,75, 6,35, 5,95, 5,55 e 5,16 mm). Foi mantida uma amostra de sementes do lote original sem classificação, sendo esta utilizada como testemunha.

Cado cultivar constituiu um experimento. Os tratamentos de ambos os cultivares, após a classificação, constituiu-se de 48 unidades experimentais, sendo alocados nas parcelas os dois tipos de colheitas (mecânica e manual) e nas subparcelas, os tamanhos de sementes 6,75, 6,35, 5,95, 5,55, 5,16 mm e a testemunha, com quatro repetições. Posteriormente, essas sementes foram acondicionadas em sacarias de algodão e colocadas em câmara fria, sob condições controladas de temperatura (10 °C) e umidade relativa (70%), até o momento em que as análises de laboratório e campo foram executadas.

Uma descrição das classes de tamanho de sementes e sua distribuição percentual dentro de cada classe de tamanho, para os dois cultivares, estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição percentual das diferentes classes de tamanho de sementes de soja retidas em peneiras de crivos redondos para os cultivares Splendor e Elite, colhidas mecânica e manualmente, no ano agrícola 2001/02

Tamanho (mm)	Retenção de Sementes (%) ^{1/}			
	Colheita Mecânica		Colheita Manual	
	Splendor	Elite	Splendor	Elite
7,54 ^{2/}	-	0,74	-	0,96
7,14 ^{2/}	-	0,09	-	0,06
6,75	2,51	42,34	1,56	45,93
6,35	21,82	40,21	19,02	37,06
5,95	47,60	12,89	45,52	12,56
5,55	24,12	3,33	26,45	2,61
5,16	3,74	0,39	5,86	0,52
Bandinha ^{3/}	0,21	0,02	1,59	0,30

^{1/} Percentual médio de quatro amostras de 1 kg de sementes retiradas do lote original.

^{2/} Quantidade insuficiente de semente para instalar o experimento.

^{3/} Sementes partidas, tegumentos das sementes, sementes de ervas daninhas, pedaços de folhas e galhos da planta.

2.1 Avaliação da qualidade das sementes

As sementes de cada subparcela foram avaliadas por meio dos seguintes testes: a) determinação do grau de umidade – adotou-se o método da estufa a 105 ± 3 °C, durante um período de 24 horas, utilizando-se duas subamostras, por amostra, com aproximadamente 25 g de sementes de soja por subamostra, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem média de umidade (base úmida); e b) tetrazólio – utilizado na avaliação da qualidade e dos danos ocorridos nos diferentes tratamentos. Na condução do teste foram utilizadas 200 sementes de cada tratamento, sendo 50 sementes por repetição. As sementes, inicialmente, foram submetidas a um pré-

condicionamento em papel “germitest”, umedecido e mantido em sacos plásticos dentro de germinador a uma temperatura de 25 °C, por 16 horas. Passado esse período, as sementes foram colocadas em copinhos de plásticos (50 mL), imersas em solução de tetrazólio na concentração de 0,075% e acondicionadas em câmara BOD a 40 °C por 3 horas, para a devida coloração (FRANÇA-NETO, 1999). Após o desenvolvimento da coloração, as sementes foram lavadas em água corrente, retirando o excesso da solução. Elas foram avaliadas individualmente, seccionadas longitudinalmente entre os cotilédones, separando as duas metades, tendo o tegumento sido removido para a exposição da superfície externa dos cotilédones. Com o auxílio de uma lupa com iluminação fluorescente, observou-se a ocorrência de danos nas partes internas e externas dos cotilédones, com atenção ao eixo embrionário (radícula-hipocótilo), determinando se o dano atingia o córtex ou o cilindro central. Ocorrência de danos mecânicos, lesões por percevejos e deterioração por umidade também foram observadas. Para a informação dos resultados, as sementes foram analisadas e agrupadas em classes de 1 a 8, sendo registrados, após as avaliações, os níveis de vigor (classe TZ 1-3), a viabilidade (classe TZ 1-5) e o diagnóstico da perda de qualidade (classe TZ 1-8 e TZ 6-8), sendo, neste caso, identificadas as causas da perda de qualidade fisiológica das sementes (dano mecânico, lesões provocadas por percevejo e deterioração por umidade). Os resultados foram expressos em porcentagem (FRANÇA-NETO, 1999).

2.2 Delineamento e análise estatística

Na análise dos dados, utilizou-se, para cada cultivar, o delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos nas parcelas foram compostos pelos tipos de colheita (mecânica e manual) e nas subparcelas, pelas classes de tamanho de sementes 6,75, 6,35, 5,95, 5,55, 5,16 mm e testemunha (sementes sem classificação). Os dados obtidos em todas as avaliações foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Lillifors) e

homogeneidade de variâncias residuais entre os tratamentos (teste de Cochran), não havendo a necessidade da transformação das variáveis estudadas. De posse desses resultados, estes foram submetidos à análise de variância, individualmente para cada cultivar, e no caso de interações significativas pelo teste de F (1 e 5% de probabilidade) procedeu-se aos desdobramentos necessários (CAMPOS, 1984). Para melhor demonstrar e explicar os resultados, no caso de as interações serem não-significativas e suas respectivas variáveis independentes também não-significativas, optou-se por demonstrar os resultados nas tabelas. As comparações entre a qualidade das sementes de cada cultivar, para todas as variáveis, foram feitas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises foram feitas com o programa SAEG 9.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

3. Resultados e discussão

Os resultados da classificação das sementes dos cultivares Splendor e Elite, juntamente com o tamanho médio das categorias de tamanho de sementes e sua respectiva distribuição porcentual, estão listados na Tabela 1. Observa-se que o cultivar Splendor apresentou maior concentração de sementes retidas nas peneiras 6,35, 5,95 e 5,55 mm, para ambos os tipos de colheitas. Essa tendência não foi observada para o cultivar Elite, cuja distribuição porcentual por tamanho concentrou-se nas peneiras 6,75, 6,35 e 5,95 mm, ficando evidente a superioridade em tamanho das sementes desse cultivar. De posse destas informações, optou-se pela escolha das categorias de tamanhos de sementes em que se obteve quantidade suficiente para execução dos experimentos. Neste caso, as categorias de tamanho foram 6,75, 6,35, 5,95, 5,55, 5,16 mm e a testemunha (sementes sem classificação).

Os resultados da temperatura máxima, mínima, média e precipitação, durante o ciclo da soja, encontram-se na Figura 1. No período do cultivo da soja, observa-se que a temperatura média manteve-se em torno de 22 °C e que as temperaturas máxima e mínima mantiveram-se em uma média de 28 e 18 °C, respectivamente. De acordo com Costa *et al.* (1987), os ambientes mais favoráveis à produção de sementes de soja de melhor qualidade fisiológica são aqueles em que predomina uma

temperatura média inferior a 22 °C. Para a Embrapa Soja (2002), o ideal de temperatura para o crescimento e desenvolvimento da soja e à qual a cultura melhor se adapta está entre 20 e 30 °C. Nota-se também uma constância na precipitação durante o ciclo dos cultivares em campo, tornando-se cada vez menor próximo à colheita, feita entre meados de abril e maio, para os cultivares Splendor e Elite, respectivamente. No geral, a ocorrência de precipitação foi relativamente alta ao longo do ciclo, com ênfase na colheita, uma vez que altas temperaturas e precipitação, bem como manejo inadequado durante e após a colheita, comprometerão significativamente a qualidade das sementes (MARTINS, 1994).

As sementes das amostras provenientes das colheitas mecânica e manual, antes da classificação por tamanho e encaminhamento para a câmara fria, apresentaram teor médio de umidade de 11,15 e 12,25% nos cultivares Splendor e Elite, respectivamente. As sementes foram colhidas no campo, quando atingiram o teor de umidade entre 13 e 14 %. Estudos têm mostrado os efeitos danosos do baixo teor de água da semente (inferior a 12 %) sobre sua qualidade, na etapa de colheita da soja (COSTA *et al.*, 1979; FRANÇA-NETO, 1984).

Os teores de água das sementes dos cultivares Splendor e Elite, após a classificação, estão na Tabela 2. Observando os resultados, verifica-se a existência de efeito significativo da interação entre tamanho da semente e tipo de colheita, para os cultivares Splendor e Elite. As sementes de maior tamanho (peneira 6,75 mm), do cultivar Splendor apresentaram graus de umidade estatisticamente superiores aos dos demais tamanhos, em ambos os tipos de colheita, e, por fim, todos os tamanhos de sementes desse cultivar, colhidas mecanicamente, diferiram em maior grau de umidade das sementes colhidas manualmente.

A mesma tendência foi observada no cultivar Elite, com ressalva para as sementes de maior tamanho (peneira 6,75 mm), colhidas mecanicamente, não diferindo das sementes de tamanho 5,55 mm. Para a colheita manual, as sementes de tamanho 6,75 e 5,55 mm foram as que apresentaram maior grau de umidade, porém não diferiram estatisticamente do tamanho 5,16 mm. Novamente, as sementes colhidas mecanicamente apresentaram mais alto grau de umidade, com exceção dos tamanhos 5,95

Tabela 2 – Teor de água, em porcentagem, determinado após a classificação das sementes de soja colhidas mecânica e manualmente, cultivares Splendor e Elite^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	Splendor				Média
	Colheita Mecânica		Colheita Manual		
6,75	10,77 a	A	10,42 a	B	10,59
6,35	10,59 b	A	10,10 bc	B	10,35
5,95	10,51 bc	A	10,04 d	B	10,28
5,55	10,36 cd	A	10,06 cd	B	10,21
5,16	10,24 d	A	10,02 d	B	10,13
Testemunha	10,29 d	A	10,12 b	B	10,20
Média	10,46		10,12		
	Elite				Média
	Colheita Mecânica		Colheita Manual		
6,75	11,49 a	A	11,12 a	B	11,31
6,35	11,14 bc	A	10,82 bc	B	10,98
5,95	10,84 d	A	10,79 c	A	10,82
5,55	11,37 ab	A	11,18 a	B	11,28
5,16	11,09 cd	A	11,06 ab	A	11,08
Testemunha	11,02 cd	A	10,81 bc	B	10,91
Média	11,16		10,96		

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

e 5,16 mm. No geral, o grau de umidade oscilou entre 10,02 e 11,81 %. Segundo pesquisas, as sementes de soja, quando colhidas com teor de água entre 13 e 18 % e posteriormente reduzida a um patamar de 11 a 13 %, ficando também na dependência das condições de colheita e armazenamento, podem apresentar alta qualidade fisiológica (AGUIRRE e PESKE, 1992).

Com relação ao potencial de vigor (Tabela 3), observa-se que as sementes dos dois cultivares, colhidas mecanicamente, apresentaram menor vigor que as colhidas manualmente. É de se esperar que as colheitas feitas por processos manuais, desprovidos de mecanismos que causem grandes impactos às sementes, o que compromete sua qualidade, sejam de uma superioridade inquestionável. Nesse caso, em que é feita a comparação entre os tipos de colheita, mecânica e manual, fica evidente a grande atenção que se deve ter nessa fase final do ciclo da cultura, isto é, na colheita

Tabela 3 – Porcentagens médias do potencial de vigor (TZ-VIGOR 1-3), potencial de germinação (TZ-GERM 1-5), dano mecânico (TZ-DM 1-8 e 6-8), deterioração por umidade (TZ-DU 1-8 e 6-8) e lesões causadas por percevejos (TZ-DP 1-8 e 6-8) de sementes de soja colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho, cultivares Splendor e Elite^{1/}

Cultivares	Testes	Colheita Mecânica (%)	Colheita Manual (%)
Splendor	TZ-VIGOR 1-3	68,25 B	74,92 A
	TZ-DU 1-8	11,83 B	20,08 A
	TZ-DU 6-8	2,00 A	1,75 A
	TZ-DP 1-8	14,08 A	14,50 A
	TZ-DP 6-8	4,33 A	5,33 A
Elite	TZ-VIGOR 1-3	72,50 B	82,50 A
	TZ-GERM 1-5	84,17 B	90,54 A
	TZ-DM 1-8	24,00 A	12,67 B
	TZ-DM 6-8	7,00 A	1,92 B
	TZ-DU 1-8	7,50 B	15,08 A
	TZ-DU 6-8	2,00 A	0,92 B
	TZ-DP 1-8	14,16 A	13,58 A
	TZ-DP 6-8	6,83 A	6,62 A

^{1/} As médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

das sementes. Os danos mecânicos aos quais as sementes ficam expostas nessa fase já vêm, há tempo, sendo motivos de pesquisas. França-Neto e Potts (1977) encontraram efeitos adversos da trilha mecânica nas sementes, comparada à colheita manual, quando medidos pelo teste de tetrazólio. Costa *et al.* (2001) afirmaram que a colheita mecânica, quando não se tem um controle rigoroso, pode proporcionar perdas significativas, tanto em quantidade como em qualidade das sementes.

Para os resultados do potencial de germinação, observa-se, no cultivar Elite, um mesmo padrão de resposta quanto à qualidade das sementes colhidas mecanicamente, apresentando menor potencial de germinação, o que difere significativamente das colhidas manualmente (Tabela 3).

Os dados de danos mecânicos (TZ-DM 1-8 e TZ-DM 6-8), apresentados na Tabela 3, demonstram a alta porcentagem de danos mecânicos nas sementes do cultivar Elite colhidas mecanicamente, que

diferem das sementes colhidas manualmente. Segundo França-Neto (1984), a principal fonte de danos mecânicos em semente de soja é a colheita mecânica, pois afeta severamente a qualidade das sementes produzidas.

Apesar da alta porcentagem de danos mecânicos (TZ-DM 1-8), é importante observar que são as porcentagens desses danos, a deterioração por umidade e as lesões por percevejos, distribuídos nas categorias de danos que vão de 6 a 8 (TZ-DANOS 6-8), que indicam a porcentagem de perda de viabilidade das sementes, dentro de um limite considerado aceitável. Sendo assim, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, os danos mecânicos ocorridos (TZ-DM 6-8) nas sementes do cultivar Elite, colhidos pelo processo mecânico, estão um pouco acima dos limites aceitáveis de perda de viabilidade, que é de 6 % (FRANÇA-NETO, 1999).

Os danos de deterioração por umidade (TZ-DU 1-8), ocorridos nas sementes de ambos os cultivares, foram elevados, tendo sido maiores nas sementes colhidas manualmente. As plantas colhidas manualmente ficaram expostas mais tempo no ambiente (secagem para facilitar a abertura das vagens), à medida que elas eram debulhadas. Essas sementes ficaram sujeitas aos efeitos oscilantes do ambiente, quer seja umidade ou temperatura, e o equilíbrio higroscópico não foi atingido, portanto, a semente absorveu ou perdeu umidade para o ambiente (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1993).

Quanto à incidência de danos causados por percevejos (TZ-DP), as sementes que foram colhidas mecanicamente não diferiram ($P > 0,05$) das colhidas manualmente, nos dois cultivares (Tabela 3). Deve-se enfatizar o aumento das lesões por percevejos (TZ-DP 6-8) nas sementes do cultivar Elite, acima dos 6 % de danos, valor que começa comprometer a qualidade das sementes (FRANÇA-NETO, 1999). Costa *et al.* (2003) demonstraram que sementes de soja com danos de percevejos acima de 6 %, apresentaram declínio significativo do vigor, comprometendo bastante sua qualidade.

Conforme se observa na Tabela 4, quanto ao potencial de vigor para o cultivar Splendor (TZ-VIGOR 1-3), as sementes de tamanho 6,35 mm apresentaram menor vigor, porém não diferiram significativamente das

Tabela 4 – Porcentagens médias do potencial de vigor (TZ-VIGOR 1-3), deterioração por umidade (TZ-DU 1-8 e 6-8) e lesões causadas por percevejos (TZ-DP 1-8 e 6-8) de sementes de soja colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho, cultivar Splendor^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	TZ-VIGOR 1-3	TZ-DU 1-8	TZ-DU 6-8	TZ-DP 1-8	TZ-DP 6-8
6,75	68,00 ab	20,25 ab	1,50 a	13,00 a	4,75 ab
6,35	65,75 b	22,00 a	2,75 a	11,75 a	4,50 ab
5,95	76,00 a	10,75 b	1,75 a	13,00 a	4,50 ab
5,55	76,75 a	13,75 ab	1,50 a	15,75 a	5,75 ab
5,16	68,75 ab	14,25 ab	1,75 a	18,25 a	7,50 a
Testemunha	74,25 ab	14,75 ab	2,00 a	14,00 a	3,75 b

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

sementes de tamanho 6,75, 5,16 mm e da testemunha (sementes não-classificadas). Por outro lado, verificou-se maior potencial de vigor para as sementes de tamanhos intermediários, 5,95 e 5,55 mm, apesar de não diferirem ($P > 0,05$) das sementes de menor tamanho (5,16 mm) e da testemunha. Santos *et al.* (2005), ao estudarem o efeito de cinco diferentes tamanhos de sementes de soja na sua qualidade fisiológica durante o armazenamento, constataram que as sementes de tamanho intermediário foram as que mostraram maior vigor e, conseqüentemente, maior potencial de armazenamento.

No mesmo cultivar (Tabela 4), observa-se que as sementes de tamanho 6,35 mm apresentaram alta porcentagem de deterioração por umidade (TZ-DU 1-8), porém diferindo somente das sementes de tamanho 5,95 mm. Já os danos por umidade (TZ-DU 6-8), ocorridos nos diferentes tamanhos de sementes, não diferiram entre si, sendo baixa a porcentagem de perda de viabilidade. Esses baixos resultados de deterioração por umidade podem ser explicados por melhores condições de campo ocorridas na época de colheita (Figura 1), com menores variações na temperatura e precipitação entre os meses de abril e maio de 2002. Nas condições tropicais brasileiras, onde ocorrem altas temperaturas e excesso de chuvas no estágio de maturação da soja, a alternativa para produção de sementes

de alta qualidade seria a escolha de regiões onde predominem temperaturas amenas e baixos índices de precipitação no período de maturação até a colheita. Essas condições geralmente propiciam produção de sementes com índices muito baixos de deterioração por umidade (FRANÇA-NETO *et al.*, 1994).

Quanto à porcentagem de danos causados por percevejos (TZ-DP 1-8), os resultados da Tabela 4 demonstram que houve maior incidência de danos nas sementes de menor tamanho (5,16 mm), porém não é diferente estatisticamente dos demais tamanhos. Observa-se a mesma tendência nas sementes do referido tamanho, quanto às lesões causadas por percevejos (TZ-DP 6-8), que, neste caso, diferem estatisticamente da testemunha. Para Sosa-Gómez *et al.* (1993), os percevejos danificam os tecidos pela introdução do aparelho bucal, servindo de vetor para doenças fúngicas, o que aumenta a porcentagem de sementes menores, tornando-as enrugadas, chochas e de cor mais escura que a normal, afetando a qualidade das sementes, pela redução no vigor e no poder germinativo.

De acordo com os valores do potencial de germinação (TZ-GERM 1-5) (Tabela 5), as sementes do cultivar Splendor, de tamanho 6,35 mm, apresentaram menor porcentagem, porém semelhante estatisticamente a das sementes de maior tamanho na colheita mecânica. Para os tamanhos de sementes 6,75, 6,35 mm e testemunha, o potencial de germinação foi significativamente maior nas colhidas manualmente. Esses resultados demonstram a grande importância que se deve dar à colheita mecanizada, ainda mais quando o cultivar em questão possui uma porcentagem significativa de sementes grandes e viáveis para a comercialização (Tabela 1). Contrário a esses resultados, Souza (1998), ao avaliar quatro tamanhos de sementes (5,95, 5,15, 4,36 e 3,96 mm) de seis cultivares de soja pelo teste de tetrazólio quanto ao seu potencial de vigor e germinação, colhidas manualmente e trilhadas em trilhadeira estacionária, constatou que as sementes de menor tamanho foram as que apresentaram os mais baixos níveis de vigor e germinação, quando comparadas com as de maior tamanho. Segundo a Embrapa Soja (2002), a colheita é uma importante etapa no processo da cadeia produtiva da soja, principalmente naquelas lavouras destinadas à produção de sementes.

Tabela 5 – Porcentagens médias do potencial de germinação (TZ-GERM 1-5) pelo teste de tetrazólio, das combinações colheita mecânica e manual com as classes de tamanho de sementes de soja, cultivar Splendor^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	TZ-GERM 1-5		Média
	Colheita Mecânica	Colheita Manual	
6,75	77,50 bc B	91,50 a A	84,50
6,35	76,00 c B	89,00 a A	82,50
5,95	85,50 a A	89,50 a A	87,50
5,55	88,50 a A	88,50 a A	88,50
5,16	84,00 ab A	87,50 a A	85,75
Testemunha	85,00 a B	92,00 a A	88,50
Média	82,75	89,67	

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os resultados referentes aos danos mecânicos (TZ-DM 1-8 e 6-8) para o cultivar Splendor (Tabela 6) demonstram alta incidência de danos. Com relação aos danos mecânicos (TZ-DM 1-8), as sementes de tamanho intermediário (5,95 e 5,55 mm) e as da testemunha, quanto aos métodos de colheita usados, não diferiram entre si. Em relação às sementes colhidas manualmente, o teste demonstrou diferenças de danos mecânicos (TZ-DM 1-8) nas várias classes de tamanhos de sementes. As sementes de tamanho 5,16 mm foram as que apresentaram menores porcentagens de danos mecânicos (TZ-DM 1-8), para as colheitas mecânica e manual. Por outro lado, de modo geral, visualiza-se nitidamente a ocorrência maior de danos mecânicos nas sementes de maior tamanho. Segundo levantamento feito pela Embrapa Soja (1999), alguns tipos de perdas podem ocorrer com as sementes antes mesmo da colheita, na plataforma de corte, perdas por trilha, separação e limpeza. Carvalho e Nakagawa (2000) relataram que a colheita mecânica e o beneficiamento são as principais fontes de danos à semente. No primeiro caso, o dano mecânico ocorre no momento da debulha, quando as forças são aplicadas sobre as sementes com o objetivo de separá-las das vagens, e em consequência dos impactos recebidos do cilindro trilhador no momento em que passam pelo côncavo, as sementes são danificadas.

Tabela 6 – Porcentagens médias de danos mecânicos (TZ-DM 1-8 e 6-8) pelo teste de tetrazólio, das combinações colheita mecânica e manual com as classes de tamanho de sementes de soja, cultivar Splendor^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	TZ-DM 1-8		Média
	Colheita Mecânica	Colheita Manual	
6,75	37,50 a A	18,00 bc B	27,75
6,35	40,00 a A	28,50 ab B	34,25
5,95	34,50 ab A	33,00 a A	33,75
5,55	27,00 ab A	29,00 ab A	28,00
5,16	21,50 b A	8,00 c B	14,75
Testemunha	27,50 ab A	21,00 abc A	24,25
Média	31,33	22,92	Média
	TZ-DM 6-8		
6,75	16,00 a A	2,50 a B	9,25
6,35	16,00 a A	4,50 a B	10,25
5,95	8,50 b A	4,00 a B	6,25
5,55	4,50 c A	4,00 a A	4,25
5,16	8,00 bc A	2,00 a B	5,00
Testemunha	9,00 b A	2,50 a B	5,75
Média	10,33	3,25	

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Pela ação rígida desse sistema de trilha entre o cilindro e o côncavo, as sementes colhidas com seus variados tamanhos são levadas a passar entre esses dois componentes, regulados com uma abertura do côncavo específica para o tamanho de semente que predomine em maior quantidade no cultivar. A regulagem é feita para um tamanho específico de sementes. Aquelas que não estejam dentro desse padrão, ao passarem pela alta rotação do cilindro, sofrem impacto, compressão e atrito, o que pode ser uma fonte de danos mecânicos. É o que pode ter acontecido entre as sementes de tamanho maior e menor, colhidas mecanicamente (TZ-DM 1-8 e 6-8) (Tabela 6).

A semente de soja é particularmente suscetível a danos de origem mecânica, pelo fato de o eixo embrionário localizar-se logo abaixo do tegumento pouco espesso e que praticamente não oferece proteção

(COSTA *et al.*, 1979; FRANÇA-NETO, 1984). Com isto, pode-se observar que os danos mecânicos (TZ-DM 6-8) nas sementes de tamanho 6,75 e 6,35 mm, colhidas mecanicamente, foram significativamente maiores que nos tamanhos de sementes 5,95, 5,55, 5,16 mm e da testemunha. Observando os resultados do potencial de vigor (TZ-VIGOR 1-3) e do potencial de germinação (TZ-GERM 1-5) (Tabelas 4 e 5, respectivamente), fica evidente, nas sementes de tamanho 6,75 e 6,35 mm, colhidas mecanicamente, a perda no potencial de vigor e germinação ocasionada pelos danos mecânicos (TZ-DM 6-8) registrados na Tabela 6. Na colheita feita manualmente, referente à porcentagem média de danos mecânicos (TZ-DM 6-8), os tamanhos de sementes avaliados não diferiram entre si, ficando abaixo do limite considerado como aceitável e que não compromete a qualidade das sementes. As sementes colhidas mecanicamente, de tamanho intermediário de 5,55 mm (TZ-DM 6-8), apresentaram menor porcentagem de danos, não diferindo das colhidas manualmente, o que contribuiu para o melhor desempenho quanto à qualidade.

Analisando o potencial de vigor (TZ-VIGOR 1-3), para as sementes do cultivar Elite (Tabela 7), verifica-se que os tamanhos de sementes 5,16 mm foram as que apresentaram menor potencial de vigor. As sementes maiores, de tamanho 6,75 mm, apesar de não diferirem dos tamanhos 6,35, 5,95 mm e testemunha, apresentaram maior potencial de vigor.

Quanto ao potencial de germinação (TZ-GERM 1-5), também as sementes menores foram as que apresentaram menor valor, diferindo das sementes maiores (6,75 mm), que apresentaram maior potencial de germinação.

Nos resultados de danos mecânicos (TZ-DM 1-8), as sementes de tamanho intermediário (6,35 e 5,95 mm) mostraram-se mais propensas aos danos mecânicos. As sementes de tamanho 6,75 mm, com menor porcentagem de danos, não diferiram das sementes de 5,16 mm e da testemunha (Tabela 7). Pela análise das sementes com danos de deterioração por umidade (TZ-DU 1-8), observa-se que as sementes de tamanho 5,16 mm tiveram o maior nível de danos, no entanto não diferiram das sementes de tamanho 6,75, 6,35 e 5,55 mm. Os danos mecânicos e por umidade não podem explicar a perda do potencial de vigor e germinação das

Tabela 7 – Porcentagens médias do potencial de vigor (TZ-VIGOR 1-3), potencial de germinação (TZ-GERM 1-5), dano mecânico (TZ-DM 1-8 e 6-8), deterioração por umidade (TZ-DU 1-8 e 6-8) e lesões causadas por percevejos (TZ-DP 1-8 e 6-8) de sementes de soja colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho, cultivar Elite^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	TZ-VIGOR 1-3	TZ-GERM 1-5	TZ-DM 1-8	TZ-DM 6-8	TZ-DU 1-8	TZ-DU 6-8	TZ-DP 1-8	TZ-DP 6-8
6,75	85,25 a	91,75 a	14,25 c	4,00 a	11,25 abc	1,25 a	9,00 c	3,00 c
6,35	79,75 ab	88,75 ab	32,25 a	5,50 a	16,00 ab	2,00 a	7,75 c	3,75 c
5,95	81,25 ab	88,00 ab	25,50 ab	5,25 a	4,75 c	1,25 a	13,00 bc	5,50 bc
5,55	75,00 b	85,25 bc	16,50 bc	4,25 a	9,50 abc	1,00 a	18,00 ab	9,50 ab
5,16	63,50 c	80,50 c	10,00 c	4,50 a	18,25 a	1,75 a	21,50 a	13,25 a
Testemunha	80,25 ab	89,75 ab	11,50 c	3,25 a	8,00 bc	1,50 a	14,00 abc	5,75 bc

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

sementes de menor tamanho, já que os testes de danos mecânicos (TZ-DM 6-8) e deterioração por umidade (TZ-DU 6-8) não apresentaram diferenças estatísticas entre os tamanhos de sementes, estando essas perdas abaixo do valor que comprometa a qualidade das sementes (FRANÇA-NETO, 1999). As sementes de tamanho intermediário (5,95 mm) apresentaram menor incidência de danos por umidade (TZ-DU 1-8).

Nas lesões causadas por percevejos (TZ-DP 1-8), observa-se alta ocorrência desse tipo de danos nos tamanhos de sementes 5,55 e 5,16 mm e baixos danos nas sementes maiores. Na análise de danos causados por percevejos (TZ-DP 6-8), nota-se também alta porcentagem de danos nas sementes de tamanhos 5,55 e 5,16 mm, podendo ser esta uma das principais causas de essas sementes terem apresentado baixo potencial de vigor e germinação (Tabela 7). A incidência maior de lesões causadas por percevejos, no cultivar Elite, pode ser pelo fato de este cultivar ser de ciclo tardio, conseqüentemente, ficou mais predisposto aos insetos que migrariam de lavouras de soja de ciclo precoce, aumentando consideravelmente as populações desses insetos em lavouras de ciclo tardio. Pereira *et al.* (1979), quando analisaram esse aspecto em seus estudos, observaram que cultivares semitardios sofrem mais ataques de percevejos. Os autores constataram que, à medida que são colhidas as mais precoces, o que representa em torno de 80 % da área cultivada no norte do Paraná, a população de percevejos transfere-se para lavouras ocupadas pelos cultivares mais tardios.

O manejo indadequado de percevejos poderá levar à produção de sementes com germinação e vigor comprometido, principalmente quando a área afetada na semente for o eixo embrionário, que é considerada crítica do ponto de vista da qualidade fisiológica (COSTA *et al.*, 1996).

4. Conclusões

Os teores de água nas sementes colhidas foram, em geral, maiores nas sementes de maior tamanho.

As sementes dos cultivares Splendor e Elite, colhidas mecanicamente, apresentaram menor potencial de vigor e germinação, em

função dos altos níveis de danos mecânicos nas sementes maiores (Splendor) e lesões por percevejos nas sementes menores (Elite).

Os danos mecânicos (TZ-DM 1-8 e 6-8) foram maiores nas sementes colhidas mecanicamente, em ambos os cultivares.

As sementes de tamanho intermediário (5,95 e 5,55 mm) do cultivar Splendor, colhidas mecanicamente, apresentaram maior potencial de vigor e germinação, em relação às de tamanhos 6,75 e 6,35 mm, de baixo potencial.

As sementes do cultivar Elite, que apresentaram maior vigor e germinação, foram as de tamanhos 6,75, 6,35 e 5,95 mm; as sementes de menor tamanho (5,16 mm) foram de qualidade inferior.

A ocorrência de dano mecânico (TZ-DM 6-8) na colheita foi mais elevada nas sementes maiores (tamanhos 6,75, 6,35 mm), para o cultivar Splendor.

As sementes de 5,16 mm, para ambos os cultivares, apresentaram maior porcentagem de lesões causadas por percevejo (TZ-DP 6-8), sendo esta uma das causas que mais contribuiu para a perda da viabilidade nas sementes, juntamente com os danos mecânicos.

5. Referências

AGUIRRE, R.; PESKE, S.T. **Manual para el beneficio de semillas**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1992. 247p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV/SNAD/MA, 1992. 365p.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; HENNING, A.A. Avaliação das perdas e dos efeitos da colheita mecânica sobre a qualidade fisiológica e a incidência de patógenos em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.3, p.59-70, 1979.

COSTA, A.V. **Alguns fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente de soja**. Goiânia: EMGOPA, 1987. (Documento, 2).

COSTA, N.P.; OLIVEIRA, M.C.N.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MESQUITA, C.M.; TAVARES, L.C.V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade da semente da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.232-237, 1996.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINHA, A.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, F.E.; BORDINGNON, J.R.; KRZYSANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito da colheita mecânica de soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.140-145, 2001.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p.128-132, 2003.

DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.

EMBRAPA SOJA. **Recomendação técnicas para a cultura de soja no Paraná 1999/2000**. Londrina: Embrapa soja: Embrapa Agropecuária, n.131, 1999. 236p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja - Região Central do Brasil-2003**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: ESALQ, 2002. 199 p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja - Região Central do Brasil-2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 239 p.

FLOR, E.P.O.; CICERO, S.M.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.6876, 2004.

FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (Circular técnica, 9).

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Seed production and technology for the tropics. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tropical soybean: improvement and production**. Roma: FAO, 1994. p.217-240.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Capítulo 8.5. p.1-26.

FRANÇA NETO, J.B.; POTTS H.C. Efeitos da colheita mecânica e da secagem artificial sobre a qualidade da semente dura em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.2, p.65-77, 1977.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. Situação atual do uso de testes de vigor como rotina em programas de sementes no Brasil. **Informativo ABRATES**, v.1, n.3, p.42-53, 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N.P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.1, p.59-68, 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; GILIOLI, F.L.; MIRANDA, L.C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, N.E. SOUZA, P.I.M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba, POTAFOS, 1993. p. 465-522.

MARTINELLI, A.; CARVALHO, N.M. Seed size and genotype effects on maize (*Zea mays* L.) yield under different technology levels. **Seed Sci. e Technol.**, v.27, p.999-1006, 1999.

MARTINS, C.C.; CARVALHO, N.M.N. Fontes de deterioração na produção de sementes de soja e respectivas anormalidades nas plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.168-182, 1994.

MELLO, E. EUA veêm o Brasil como líder na soja em cinco anos. Disponível em: <<http://Pasturas-Agronegócios.htm>>. Acesso em: 24 de jun. 2005.

MENEZES, N.L. **Testes rápidos para a determinação da qualidade das sementes**. Depto. Fitotecnia: Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. 23 Jan. 2001. Disponível em: <www.file/C:\SOJA\teste%20rápidos>. Acesso em: 17 jun. 2005.

MESQUITA, C.M.; GALERANI, P.R.; COSTA, N.P.; ANDRADE, J.G.M; DOMIT, L.A.; TAVARES, .C.V.; PROTUGAL, F. **Manual do produtor**: como evitar desperdícios na colheita de soja. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1994. 32 p.

NAKAMURA, S.; MUGNISJAH, W.Q. Vigour of soybean seed as influenced by sowing and harvest dates and seed size. **Seed Sci. e Technol.**, v.14, p.87-94, 1986.

PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.3, p.77-89, 1979.

PINHEIRO NETO R.; GAMERO, C. Efeito da colheita mecanizada nas perdas qualitativas de grãos de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). **Energia na Agricultura**. Botucatu, v.14, n.1, p.69-81, 2000.

PINHEIRO NETO R.; TROLI, W. Perdas na colheita mecanizada da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill), no município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.393-398, 2003.

POPINIGIS, F. **Qualidade fisiológica de sementes**. Sementes. Brasília: DF: AGIPLAN, 1977. 289 p.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análise estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.

SANTOS, P.M.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; ARAÚJO, E.F.; CECON, P.R.; SANTOS, M.R. Efeito da classificação por tamanho de semente de soja na sua qualidade fisiologica durante o armazenamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.395-402, July/Setpt. 2005.

SOSA-GÓMES, D.R.; GAZZONI., D.L.; FERREIRA., B.C.; MOSCARDI, F. Pragas da soja e seu controle. In: ARANTES, N.E., SOUZA, P.I.M (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.465-522.

SOUZA, L.C.F. **Efeito da classificação por tamanho de sementes de soja (*Glycine max* (L) Merrill) sobre a germinação, vigor, desempenho das plantas no campo e qualidade das sementes colhidas**. 1988. 101 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e Manuseio de Sementes**. Ministério da Agricultura: SNAP/CSM. 1980. 198p.

YOKOMIZO, G.K.; DUARTE, J.B.; VELLO, N.A. Correlações fenotípicas entre tamanho de grãos e outros caracteres em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2235-2241, 2000.

ZORATO, M.F; SILVA, A.P; ASTAFEIEF, N.C; WATANABE, P.A.T. **Nova classificação por tamanhos em sementes de soja**. In: RESUMO DO II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2002. p.368.

Efeito do método de colheita e da classificação por tamanho na emergência e no desempenho agrônômico das plantas

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da colheita mecânica e manual e da classificação em tamanho das sementes de soja sobre as características agrônômicas e emergência de plântulas no campo. O experimento foi conduzido no ano agrícola 2004, no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello e Laboratório de Pesquisa de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa - UFV. Foram utilizadas sementes básicas de soja colhidas mecânica e manualmente, cultivares Splendor e Elite, na safra 2001/02, provenientes da empresa produtora de sementes Coopadap (Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba) São Gotardo-MG. A classificação das sementes dos cultivares foi feita manualmente, com um conjunto de peneiras de orifícios redondos. Na execução do experimento, cada cultivar constituiu um ensaio, em um delineamento experimental em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas. No experimento de emergência e índice de velocidade de emergência, os ensaios foram conduzidos com quatro repetições, e os que objetivaram avaliar as características agrônômicas e os componentes de produção, três repetições. Nas parcelas foram alocados os tipos de colheita (mecânica e manual) e nas subparcelas, os tamanhos de sementes 6,75, 6,35, 5,95, 5,55, 5,16 mm e testemunha (não-classificadas) do cultivar Splendor e 6,75, 6,35, 5,95, 5,55 e testemunha do cultivar Elite. As características avaliadas foram: emergências de plântula no campo, índice de velocidade de emergência no campo, acamamento das plantas, altura da planta na maturação, altura de inserção da primeira vagem, número de nós na maturação, número de vagens férteis por planta, número de vagens vazias por planta, número de sementes por planta, peso de sementes por planta, produção de grãos e peso de 1.000 sementes. As sementes que foram colhidas mecanicamente apresentaram emergência de plântulas menor que as obtidas pela colheita manual, e não diferiram quanto à velocidade de emergência. No cultivar Splendor, as sementes de 6,75 mm mostraram menor vigor, expresso pelo índice de velocidade de emergência, e os tamanhos intermediários 5,95 e 5,55 mm foram mais vigorosos. As sementes de tamanho 6,75 mm, colhidas manualmente, cultivar Elite, foram menos vigorosas quanto à velocidade de emergência. Para este mesmo cultivar, as sementes de maior tamanho, colhidas mecanicamente, apresentaram melhor emergência a campo em detrimento das menores, 5,55 mm. Quanto ao desempenho agrônômico das plantas a campo, as sementes oriundas das colheitas mecânica e manual não influenciaram os resultados das variáveis avaliadas. No cultivar Elite, o tamanho de sementes influenciou somente a produção de grãos, com maior produção de grãos para as plantas oriundas de sementes de tamanho 6,35 mm. O peso médio de 1.000 sementes colhidas, originadas de sementes com tamanho 5,55 mm, foi menor nas sementes do cultivar Elite colhida mecanicamente.

Palavras-chave: soja, sementes, tamanho, desempenho agrônômico.

Effect of harvest method and classification by size on plant emergence and agronomic performance

Abstract: This work aimed to evaluate the influence of mechanical and manual harvest and soybean seed classification by size on the agronomic traits and seedling emergence in the field. The experiment was conducted in the agricultural year of 2004 at the Professor Diogo Alves de Mello Experimental Field and Soybean Seed Laboratory of the Department of Plant Science of the Universidade Federal de Viçosa-UFV. The mechanically- and manually-harvested basic Splendor and Elite cultivar soybean seeds 2001/02 crop used were originated from the seed-producing company Coopadap (Alto Paranaíba Farming Cooperative) in São Gotardo-MG. Cultivar seed classification was manually performed using a set of sieves with round holes. Each cultivar constituted an assay, in a split-plot scheme randomized block design. The emergence and emergence velocity index experiment assays were conducted with four repetitions and the agronomic trait and production component experiment assays with three. The plots constituted the harvest types (mechanical and manual) and the split-plots, the Splendor cultivar seed sizes 6.75, 6.35, 5.95, 5.55, 5.16 mm and control (non-classified) and the cultivar Elite seed sizes 6.75, 6.35, 5.95, 5.55 and control. The characteristics evaluated were seedling emergences in the field, emergence velocity index in the field, final stand, plant lodging, plant height at maturation, first pod insertion height, number of nodes at maturation, number of fertile pods per plant, number of empty pods per plant, number of seeds per plant, seed weight per plant, grain yield and weight of 1,000 seeds. The mechanically-harvested seeds displayed seedling emergence lower than the manually –harvested seeds but they did not differ in emergence velocity, The 6.75 mm Splendor cultivar seeds showed less vigor, expressed by the emergence velocity index, and the intermediary sizes 5.95 and 5.55 mm were more vigorous. The manually-harvested 6.75 mm Elite cultivar seeds were less vigorous in emergence velocity. The mechanically-harvested larger size seeds of this cultivar presented better emergence in the field, in detriment of the smaller ones, 5.55 mm. As to plant agronomical performance in the field, the seeds originated from mechanical and manual harvests did not influence the results of the variables evaluated. Elite cultivar seed size influenced only grain yield, with the highest grain yield being obtained for the plants originated from 6.35 mm seeds. The mean weight of 1.000 seeds, originated from 5.55 mm size seeds was lower in the mechanically-harvested Elite cultivar seeds.

Keywords: soybean, seeds, size, agronomic performance.

1. Introdução

A cultura da soja no Brasil vem, há muito tempo, assumindo um grande papel socioeconômico, devido à importância de seus produtos, como farelo, óleo vegetal e seus derivados, tanto no mercado interno como externo. O grão, com seu alto valor protéico, vem sendo cada vez mais utilizado na alimentação humana, na forma de leite, farinhas e outros produtos, com destaque mundial para a soja, como a principal fonte de óleos vegetais (MANARA, 1988). Atualmente a soja é assunto de intensa atividade de pesquisa dirigida para obtenção de informações que possibilitem aumentos de produtividade.

No entanto, existem fatores que podem ser limitantes para a produção de soja, a começar pelo uso de sementes com qualidade fisiológica que pode afetar indiretamente a produção da lavoura, ao afetar a velocidade e porcentagem de emergência das plântulas e o estande final, ou, diretamente, por meio da sua influência no vigor da planta (MARCOS-FILHO, 1998).

Dentro desse contexto, a utilização de sementes de soja com baixo potencial fisiológico poderá dar origem a lavouras com baixa população de plantas e, com isto, a produção da lavoura estará comprometida (TEKRONY e EGLI, 1991). É essencial a utilização de sementes de boa qualidade fisiológica para o estabelecimento de lavouras de soja, evitando, desta forma, populações de plantas inadequadas e o conseqüente prejuízo (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1993).

As sementes de soja precisam ser colhidas e manipuladas adequadamente para preservação de sua qualidade e seu bom desempenho quando semeadas, pois particularmente ela é muito suscetível a danos de natureza mecânica, que, em geral, ocorre durante as operações de colheita, transporte, secagem, beneficiamento e armazenamento, uma vez que o eixo embrionário está situado sob tegumento pouco espesso e oferece pouca proteção (FRANÇA-NETO e HENNING, 1984; MARCOS-FILHO, 1998).

Um dos fatores de alta relevância e que merece atenção é a colheita mecânica, que, quando não realiza adequadamente, pode determinar baixas na qualidade das sementes. Sedyama (1972) verificou que a colheita

mecânica foi a grande causa da diminuição da qualidade de semente, produzindo danos como quebras e rachaduras no tegumento, o que diminuiu o poder germinativo e a emergência no campo. Em colheita mecanizada, mesmo com máquina devidamente regulada, as vagens e sementes recebem impactos durante a operação de debulha, que causam quebra e danos, principalmente quando colhidas muito secas ou muito úmidas.

O efeito do tamanho de sementes tem sido estudado, visando identificar diferenças de qualidade, e os resultados encontrados têm sido divergentes. Edwards e Hartwig (1971) observaram que plântulas provenientes de sementes pequenas e médias emergiram mais rapidamente e apresentaram maior desenvolvimento radicular que àquelas de sementes maiores. Já Singh *et al.* (1972) concluíram que a germinação em laboratório e a emergência em campo não foram influenciadas pelo tamanho da semente. Carvalho e Nakagawa (2000) chegaram a essa mesma conclusão em relação à germinação, mas, quanto ao vigor da plântula resultante, este foi afetado, tendo as sementes de maior tamanho originado plântulas mais vigorosas, o que em condições variáveis de campo pode resultar em estandes superiores.

Sementes de soja de maior tamanho foram mais vigorosas, proporcionando emergência mais rápida e maior altura de planta e da inserção da primeira vagem, enquanto as sementes de tamanho menor originaram plantas baixas (NOGUEIRA, 1988; SOUZA, 1988).

Estudando o efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade, Krzyzanowski (1991, 2004) verificou que existe a possibilidade de proceder à classificação das sementes sem que ocorram reduções significativas na sua qualidade fisiológica (vigor e germinação) e física (danos mecânicos), resultando, desta forma, em incremento na precisão de semeadura, quanto ao correto estabelecimento do estande.

Estudando o efeito do tamanho das sementes sobre algumas características de campo, em quatro cultivares de soja e dois anos agrícolas, Lima (1999) constatou que o tamanho das sementes não afetou população de soja avaliada aos 30 dias após a semeadura, como também as características altura das plantas, número de vagens, tamanho e peso da

semente colhida. Houve somente uma pequena interação entre os cultivares, que foi desconsiderada pelo autor, nas características em que foram avaliados a altura das plantas e o número de vagens, com produtividade não afetada pelo tamanho da semente. Também observou-se uma pequena superioridade das sementes menores em três dos quatro cultivares avaliados, não ocorrendo de forma consistente nos dois anos de estudos.

Outro aspecto de interesse e de grande relevância no requisito germinação de sementes, foi demonstrado por Costa (2004), que constatou que sementes menores (peneira 12) tenderam a apresentar maior porcentagem de germinação em relação às sementes maiores (peneira 14), em situação de deficiência hídrica acima de -1,0 MPa.

As características agronômicas, como altura de planta, número de ramos por planta, número de nós férteis e outras, têm relação com o potencial produtivo da planta, uma vez que representa maior superfície fotossintetizante e também é potencialmente produtiva por meio do número de locais para surgimento de flores (JÚNIOR e COSTA, 2002).

Assim, neste trabalho objetivou-se verificar a influência dos métodos de colheita mecânica e manual de sementes de soja, bem como a sua classificação por tamanho sobre o desempenho agronômico das plantas resultantes e na sua emergência.

2. Material e métodos

O presente trabalho foi realizado na área Experimental Professor Diogo Alves de Mello, no Laboratório de Pesquisa de Sementes de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG e na empresa produtora de sementes Coopadap-MG. Para tanto, foram utilizadas sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) dos cultivares Splendor e Elite, safra 2001/02, provenientes de campos de produção de sementes básicas da empresa produtora de sementes Coopadap (Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba), no município de São Gotardo-MG.

As sementes colhidas mecânica e manualmente vieram de lavouras comerciais de campos de produção de sementes, onde todas as práticas de manejos consideradas como essenciais para o cultivo da soja foram feitas, desde a correção e o preparo do solo, até o tratamento das sementes, o controle de plantas daninhas e o controle de pragas e doenças. A colheita mecânica dos cultivares foi feita com o uso de combinadas automotrizes (colheitadeiras). Foram retiradas amostras simples do tanque graneleiro, à medida que se processava a colheita no campo, em número suficiente e que representasse a área do cultivar colhido. Dessas amostras simples originaram-se as amostras de trabalho.

Na colheita manual, as plantas de soja foram arrancadas em diferentes pontos no campo de produção e acondicionadas em sacos de polipropileno trançado. As sementes colhidas mecânica e manualmente foram encaminhadas para a Universidade Federal de Viçosa.

As sementes dos dois cultivares colhidos mecanicamente foram homogeneizadas em divisor de amostra tipo "Boerner". Já as colhidas manualmente, passaram primeiramente pelo processo de debulha manual e, em seguida, foram homogeneizadas no divisor de amostra. Antes da classificação, tanto as colhidas mecanicamente quanto as colhidas pelo processo manual foram divididas em quatro repetições.

Na classificação das sementes por tamanho utilizou-se o padrão de classificação nacional, usado nas Unidades de Beneficiamento de Sementes de Soja (ZORATO, 2002; EMBRAPA SOJA, 2005). Usou-se um conjunto de peneiras de orifícios redondos, colocadas justapostas em ordem decrescente de tamanho. As sementes dos cultivares provenientes da colheita mecânica e manual foram classificadas manualmente nas seguintes dimensões: 17/64, 16/64, 15/64, 14/64, 13/64 de polegadas (6,75, 6,35, 5,95, 5,55 e 5,16 mm). Na divisão das amostras em repetições, foi retirada, em cada cultivar, uma amostra de sementes do lote original sem classificação, sendo esta utilizada como testemunha. Em seguida, as sementes foram acondicionadas em sacos de algodão e, posteriormente, colocadas em câmara fria, sob condições controladas de temperatura (10 °C) e umidade relativa (70 %), até o momento em que as análises de campo foram executadas.

Cada cultivar, com seus referidos tipos de colheitas, constituiu um experimento. Pelo número de sementes obtidas na classificação dentro de cada classe de tamanho, os tratamentos ficaram assim distribuídos: a) cultivar Splendor foi constituído de 48 unidades experimentais, sendo nas parcelas dois tipos de colheitas (mecânica e manual) e nas subparcelas os tamanhos de sementes 6,75, 6,35, 5,95, 5,55, 5,16 mm e sementes sem classificação (testemunha), com quatro repetições; e b) o cultivar Elite teve 40 unidades experimentais, sendo dois tipos de colheitas (mecânica e manual) nas parcelas e nas subparcelas, os tamanhos de sementes 6,75, 6,35, 5,95, 5,55 mm e sementes sem classificação.

Na Tabela 1 estão descritas algumas características dos dois cultivares estudados.

Tabela 1 – Algumas características agrônômicas dos cultivares de soja Splendor e Elite (YAMANAKA, 1999)

Característica	Cultivar	
	Splendor	Elite
Genealogia	IAC-8 x FT-2	CAC-1 x UFV 10
Cor do hipocótilo	Roxa	Roxa
Cor da flor	Roxa	Roxa
Cor da pubescência	Cinza	Marrom
Cor da vagem	Cinza-claro	Marrom
Cor e aspecto da semente	Amarela intermediária fosco-brilhante	Amarela e brilhante
Cor do tegumento	Amarelo	Amarelo
Cor do hilo	* Preto imperfeito a marrom-claro	Marrom-escuro
Grupo de maturação	Médio	Tardio
Ciclo total	120 dias	158 dias
Hábito de crescimento	Determinado	Determinado
Altura média das plantas	82 cm	95 cm
Atura média de inserção da 1ª vagem	15 cm	18 cm
Acamamento de plantas	Resistente	Resistente
Deiscência das vagens	Resistente	Resistente
Peso médio de 100 grãos	14,8 g	17,8 g
Produtividade média**	2500 kg/ha	3100 kg/ha
Qualidade da semente	Excelente	Boa
Formato da semente	Esférica	Esférica
Teor de óleo	18,5%	18,5%
Teor de proteína	41,4%	41,2%

* Caracter afetado pelo ambiente, apresentando uma maior porcentagem de grãos com cor do hilo imperfeito.

** O valor médio de produtividade pode ser superior ou inferior a esta média, ficando na dependência do ambiente e da região em que o cultivar for explorado.

Os dados de precipitação pluvial e temperaturas máxima, média e mínima, referentes ao período de duração do ciclo da soja, estão na Figura 1.

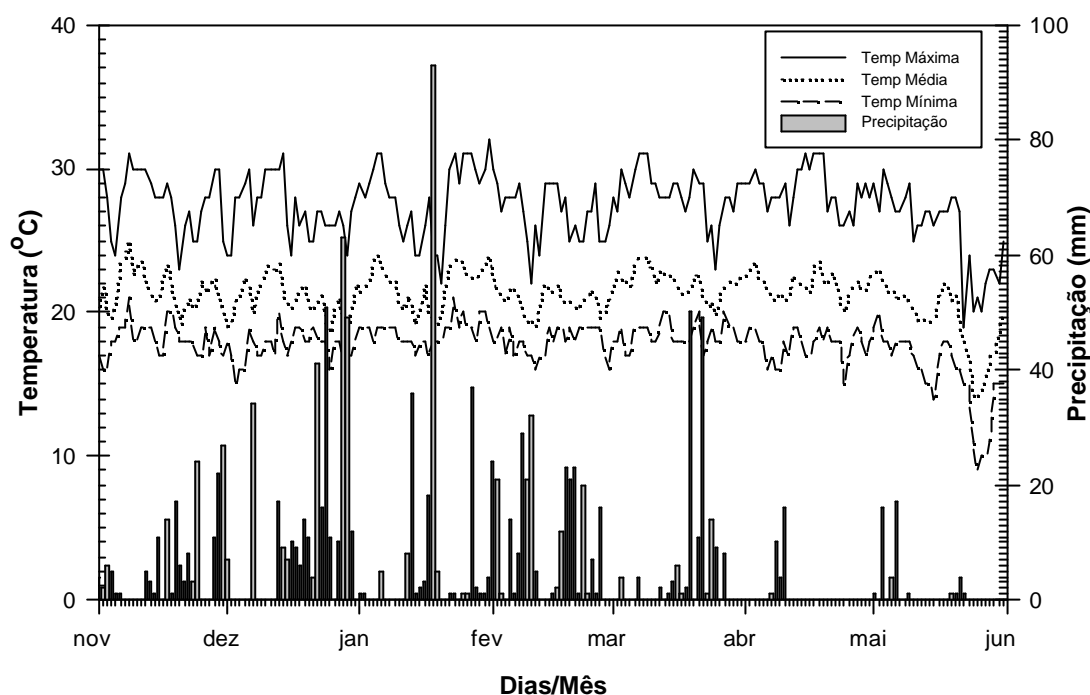


Figura 1 – Dados diários de temperaturas máxima, mínima e média (°C) e de precipitação (mm), durante o ciclo da soja, ano agrícola 2001/02, no município de São Gotardo-MG.

Na Tabela 2 encontra-se a descrição das classes de tamanho em relação à distribuição porcentual de sementes dentro de cada classe, para os cultivares Splendor e Elite.

2.1 Instalação, condução e características avaliadas no campo

O experimento foi conduzido no período de janeiro a junho de 2004 no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, em um delineamento em blocos casualizados. Os seguintes testes foram utilizados na avaliação das sementes de soja: a) emergência de plântulas no campo – esse teste foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes por tratamento. Cada parcela experimental foi constituída de uma linha de 2 m de comprimento, no espaçamento de 0,5 m entre si, semeando 100 sementes

Tabela 2 – Distribuição porcentual das diferentes classes de tamanho de sementes de soja retidas em peneiras de crivos redondos para os cultivares Splendor e Elite, colhidas mecânica e manualmente, no ano agrícola 2001/02

Tamanho de Semente (mm)	Retenção de Sementes (%) ^{1/}			
	Colheita Mecânica		Colheita Manual	
	Splendor	Elite	Splendor	Elite
7,54 ^{2/}	-	0,74	-	0,96
7,14 ^{2/}	-	0,09	-	0,06
6,75	2,51	42,34	1,56	45,93
6,35	21,82	40,21	19,02	37,06
5,95	47,60	12,89	45,52	12,56
5,55	24,12	3,33	26,45	2,61
5,16	3,74	0,39	5,86	0,52
Bandinha ^{3/}	0,21	0,02	1,59	0,30

^{1/} Porcentual médio de quatro amostras de 1 kg de sementes retiradas do lote original.

^{2/} Quantidade insuficiente de semente para instalar o experimento.

^{3/} Sementes partidas, tegumentos das sementes, sementes de ervas daninhas, pedaços de folhas e galhos da planta.

em cada linha e cobertas com, aproximadamente, 2,0 cm de solo. A irrigação só foi feita quando houve necessidade. Na avaliação da porcentagem de plântulas emergidas, foram computadas as plântulas que atingiram o estágio VC, ou seja, apresentavam os cotilédones acima da superfície do solo e as folhas unifolioladas com as margens não mais se tocando, segundo a escala de Fehr e Caviness (1979); b) índice de velocidade de emergência no campo – foi realizado juntamente com o teste de emergência no campo. Foram feitas contagens diárias do número de plântulas emergidas (plântulas que apresentavam os cotilédones ainda fechados, perpendiculares ao eixo longitudinal do hipocótilo), todos os dias, no mesmo horário, até o momento em que o número permanecesse constante. Na avaliação do índice, utilizou-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

em que

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, \dots, E_n = número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem; e

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

c) desempenho agrônômico – o experimento foi instalado em terreno preparado convencionalmente, com uma aração e duas gradagens. Neste ensaio utilizaram-se três repetições por tratamento, com densidade de plantio para se obter um estande final de 16 a 20 plantas por metro linear. Cada parcela experimental constituiu-se de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas entre si de 0,5 m, e a área útil de 4,0 m² foi constituída pelas duas fileiras centrais, descontando-se 0,5 m em cada extremidade. Os tratos culturais foram executados de acordo com as necessidades, conforme recomendações técnicas para produção de sementes, sendo feitas três aplicações de fungicida para controle preventivo da ferrugem e uma aplicação de inseticida contra lagarta e percevejos (SEDIYAMA *et al.*, 1981; EMBRAPA SOJA, 2005). Em cada experimento (cultivar), as seguintes características agrônômicas foram avaliadas: a) o acamamento das plantas (ACP) foi avaliado visualmente, atribuindo-se as seguintes notas: 1,0 para as parcelas sem nenhuma planta acamada; 2,0 para as com até 25 % de plantas acamadas; 3,0 para as parcelas de 26-50 % de plantas acamadas; 4,0 para as parcelas de 51-76 % das plantas acamadas; e 5,0 para as parcelas com mais de 76 % das plantas acamadas. Nas avaliações das características agrônômicas restantes, foram utilizadas dez plantas colhidas aleatoriamente em cada parcela; b) a altura da planta na maturação (APM) foi medida a partir do solo até a extremidade da haste principal; c) a altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e a altura da vagem (AV) foram medidas em centímetro, do nível do solo até a inserção da primeira vagem e extremidade da vagem, respectivamente; d) o número de nós na maturação (NÓM) foi contado na haste principal, a partir do nó cotiledonar; e) o número de vagens férteis por planta (NVFP) representa o

número total de vagens com sementes formadas; f) o número de vagens vazias por planta (NVVP) representa o número total de vagens sem sementes; g) o número de sementes por planta (NSP) considerou todas as sementes produzidas pela planta; h) o peso de sementes por planta (PSP) representa o peso total das sementes de cada planta, em gramas; i) a produção de grãos (PG) considerou o peso das sementes das plantas colhidas na área útil da parcela, mais o peso das sementes das dez plantas, com resultados em quilogramas por hectare (kg/ha); e j) o peso de 1.000 sementes (PMS) foi determinado ao utilizar oito repetições de 100 sementes de cada parcela, segundo as Regras para Análise de Sementes, (BRASIL, 1992).

Os dados de precipitação pluvial e temperaturas máxima, mínima e média do ar, referentes ao período de duração do ciclo da soja, compreendido em janeiro a junho de 2004, produzidas em Viçosa-MG, estão apresentados na Figura 2.

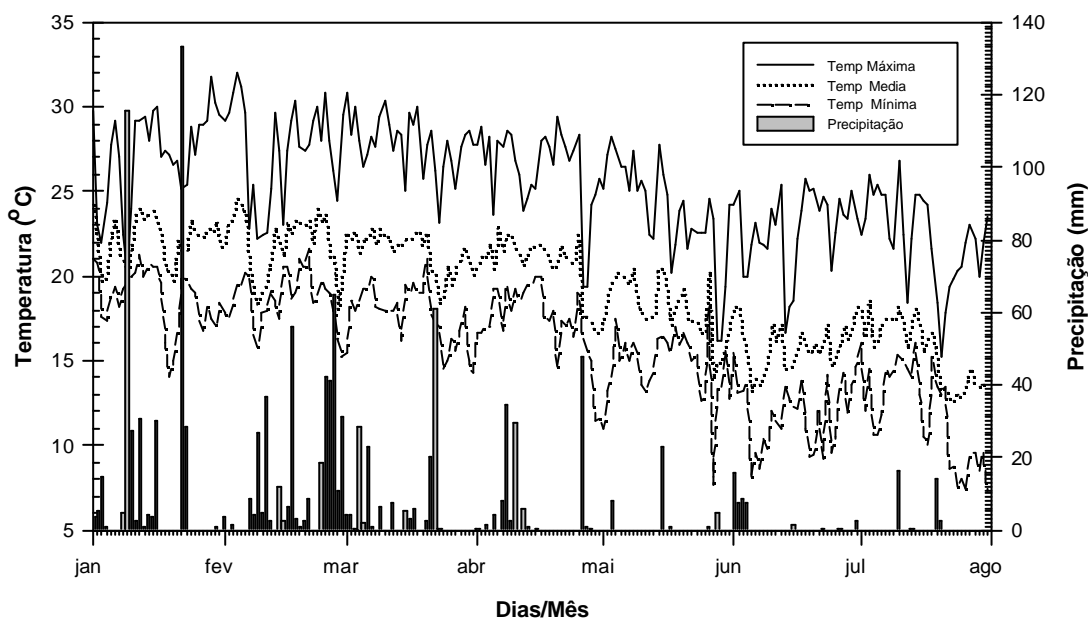


Figura 2 – Dados diários de temperaturas máxima, mínima e média (°C) e de precipitação (mm), durante o ciclo da soja, período entre janeiro a junho de 2004, Viçosa-MG.

2.2 Delineamento e análise estatística

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados. Para o experimento de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência em campo, os ensaios foram conduzidos com quatro repetições, e no experimento em que o objetivo foi avaliar o desempenho dos cultivares em campo, foram conduzidos com três repetições. Os dados foram avaliados como experimento em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos alocados nas parcelas foram compostos pelos tipos de colheita (mecânica e manual) e nas subparcelas, pelas classes de tamanhos de sementes, mais a testemunha (sementes não classificadas). Para os cultivares Splendor e Elite, as classes de tamanhos de sementes utilizadas nas subparcelas, além da testemunha (sem classificação), foram os tamanhos 6,75, 6,35, 5,95, 5,55; 5,16 mm e 6,75, 6,35, 5,95, 5,55 mm, respectivamente. Os dados obtidos em todas as avaliações foram submetidos aos testes de normalidade (teste de Lillifors) e homogeneidade de variâncias residuais entre os tratamentos (teste de Cochran), não havendo a necessidade da transformação dos dados das variáveis. Em seguida, submeteram-se os resultados à análise de variância para cada cultivar, e no caso de interações significativas pelo teste de F (1 e 5 % de probabilidade), procedeu-se aos desdobramentos (CAMPOS, 1984). Para melhor demonstrar e explicar os resultados, no caso de as interações não-significativas e suas respectivas variáveis independentes serem não-significativas, optou-se em demonstrar os resultados nas tabelas. As comparações entre as médias das variáveis foram feitas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises foram feitas com o programa SAEG 9.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

3. Resultados e discussão

De acordo com os resultados da distribuição porcentual das sementes retidas nas peneiras (Tabela 2), observa-se maior porcentagem de ocorrência de sementes de tamanho intermediário, com maior proporção nos tamanhos 6,35, 5,95 e 5,55 mm no cultivar Splendor e 6,75, 6,35, 5,95 mm

no cultivar Elite. Essa característica de determinados cultivares apresentarem maior concentração de sementes maiores em uma faixa intermediária é vista com bons olhos pelos agricultores, já que esses tamanhos são preferidos em relação aos menores, por acharem que esses últimos apresentam menor desempenho no campo e, conseqüentemente, menor produtividade (SMITH e CAMPER, 1975; LOLLATO e SILVA, 1988).

Como pode ser verificado na Tabela 3, as sementes do cultivar Splendor, colhidas mecânica e manualmente, não diferiram ($P>0,05$) entre si, quanto à velocidade de emergência de plântulas em campo. A mesma tendência não foi observada quanto à porcentagem de emergência de plântulas em campo, onde sementes colhidas mecanicamente apresentaram menor emergência. O mesmo índice de velocidade de emergência encontrado nos dois tipos de colheita pode, provavelmente, ter ocorrido devido à maior facilidade de embebição das sementes colhidas mecanicamente, sendo, nesse cultivar, visualmente perceptível uma alta porcentagem de sementes com trincas no tegumento. Brandão-Junior et al. (1999) verificaram, em condições de campo, maior velocidade de emergência em sementes que apresentavam danos severos em qualquer ponto, exceto no eixo embrionário, do que aquelas aparentemente sem danos.

Tabela 3 – Média das variáveis índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência de plântulas em campo (EPC) de sementes de soja colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho, cultivar Splendor^{1/}

Cultivares	Testes	Colheita Mecânica	Colheita Manual
Splendor	IVE	8,36 A	8,85 A
	EPC	67,00 B	72,75 A

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As sementes classificadas nas diferentes categorias de tamanho, submetidas à avaliação pelo teste de índice de velocidade de emergência em campo (Tabela 4), mostraram diferenças significativas de vigor entre os tamanhos de sementes. Constata-se que as sementes de tamanho 6,75 mm

Tabela 4 – Médias das variáveis índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência de plântulas em campo (EPC), de sementes de soja do cultivar Splendor, colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	IVE	EPC
6,75	7,26 b	64,87 a
6,35	8,76 ab	73,50 a
5,95	8,87 a	72,12 a
5,55	8,89 a	69,62 a
5,16	8,52 ab	65,75 a
Testemunha	9,35 a	73,50 a

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

apresentaram menor velocidade de emergência, quando comparadas com as de tamanhos 5,95, 5,55 mm e testemunha, porém não diferindo significativamente das sementes de tamanhos 6,35 e 5,16 mm. No entanto, o tamanho das sementes que apresentaram menor vigor, representado pela velocidade de emergência, não diferiram dos demais tamanhos em relação à porcentagem de emergência de plântulas em campo.

Estudos têm demonstrado que a utilização de sementes com maior vigor possibilita a obtenção de uma população de plantas adequadas e rendimento comparativamente maior. No entanto, que esses resultados não são absolutos, pois são vários os fatores em conjunto, como características do solo, condições climáticas, condução da cultura e outros na época da execução dos experimentos, e não serão os mesmos quando o teste for repetido. Esses fatores têm grande influência nos resultados, sem falar nas diferenças genéticas entre os cultivares, o que contribui para os diferentes resultados de pesquisas que abordam esse assunto (POPINIGIS 1975; EMBRAPA SOJA, 1984; COSTA *et al.*, 1996).

Os resultados obtidos no teste de índice de velocidade de emergência, cultivar Elite, encontram-se na Tabela 5. Observa-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre as classes de sementes colhidas manualmente, apresentando as sementes de tamanhos 6,75 e 5,95 mm menor e maior vigor, respectivamente, porém o maior não diferiu da testemunha, capaz

Tabela 5 – Médias das variáveis índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência de plântulas em campo (EPC), das combinações colheita mecânica e manual com as classes de tamanho de sementes de soja, cultivar Elite^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	IVE		Média
	Colheita Mecânica	Colheita Manual	
6,75	9,91 a A	9,23 b A	9,56
6,35	9,54 a A	9,99 ab A	9,77
5,95	9,55 a B	10,88 a A	10,21
5,55	10,03 a A	10,48 ab A	10,25
Testemunha	9,69 a B	10,97 a A	10,33
Média	9,74	10,31	
	EPC		Média
6,75	83,00 a A	78,75 a A	80,87
6,35	73,25 ab B	81,75 a A	77,50
5,95	73,00 ab B	85,75 a A	79,37
5,55	71,00 b A	77,25 a A	74,12
Testemunha	75,00 ab B	86,25 a A	80,62
Média	75,05	81,95	

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

de separar em níveis de vigor as sementes das diferentes classes de tamanho, concordando com os resultados obtidos por Souza (1988). O autor, trabalhando com sementes de soja classificadas em peneiras de furos oblongos, correspondentes a 5,95, 5,16, 4,36 e 3,96 mm x 19,05 mm, não verificou diferenças significativa entre as classes de tamanho de sementes, quanto à velocidade de emergência.

O teste da porcentagem de emergência em campo foi capaz de mostrar a influência da colheita mecânica em reduzir o vigor das sementes nos tamanhos 5,55 mm para o cultivar Splendor (Tabela 4), e no cultivar Elite (Tabela 5) os tamanhos 6,35 e 5,95 mm, tendo o mesmo sido verificado para a testemunha.

As sementes pequenas (5,55 mm) do cultivar Elite, apesar de estatisticamente não diferem das de outros tamanhos, numericamente elas tiveram maior velocidade para emergir do solo. Alguns autores, como

Edwards e Hartwig (1971) e Piana (1980), afirmaram que essa rápida emergência das sementes menores é devido à absorção rápida de água pelas sementes menores, onde sua superfície de contato com o solo é menor em relação à das sementes maiores.

A porcentagem de plântulas emergidas no campo foi maior para as sementes de tamanho 6,75 mm, colhidas mecanicamente, diferindo significativamente das sementes de menor tamanho, 5,55 mm. Resultados semelhantes foram encontrados por Costa *et al.* (1973), Nogueira (1988) e Teixeira (1989).

Os resultados (Tabela 6) mostram que as características agronômicas não foram afetadas pelo método de colheita mecânica e manual das sementes, com exceção para a altura de vagem, cultivar Splendor, em que as sementes colhidas mecanicamente originaram plantas com maior altura de vagem. Essa característica agronômica, bem como a inserção da primeira vagem, tem sua relevância no momento da colheita, que pode facilitar ou não a regulação da plataforma de corte e, conseqüentemente, diminuir as perdas na colheita. Sendo assim, esses valores encontrados permitem que a colheita mecânica seja feita satisfatoriamente.

Lazarini e Crusciol (2001) verificaram que a soja cultivada no período de inverno, fora da época convencional, não apresentou características desejáveis para a colheita mecânica, devido à baixa altura de inserção da primeira vagem apresentada.

Finoto (2004) relatou que a altura mínima desejada de inserção da primeira vagem, para que se faça a colheita mecanizada, é de 10 a 20 cm em terrenos planos e 15 cm naqueles inclinados.

De acordo com as características agronômicas (Tabela 1), como ciclo total, altura média das plantas, altura da primeira vagem, peso de 100 grãos e produção de grãos, quando comparadas com as mesmas características que se encontram na Tabela 6, observa-se que os valores médios encontrados foram menores neste estudo, exceto para altura de inserção da primeira vagem.

A soja é considerada planta de dias curtos, sendo os cultivares convencionais, na grande maioria, sensíveis a mudanças entre latitudes ou

Tabela 6 – Porcentagem média das variáveis dos dados obtidos do acamamento de plantas (ACP), altura de plantas na maturação (APM), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), altura de vagem (AV), números de nós na maturação (NÓM), números de vagens por plantas (NVFP), número de vagem vazia (NVVP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), peso de 1.000 sementes (PMS) e produção de grãos em kg/ha (PG) de sementes de soja colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho, cultivares Splendor e Elite^{1/}

Cultivares	Testes	Colheita Mecânica	Colheita Manual
Splendor	ACP	1,331 A	1,44 A
	APM (cm)	71,69 A	72,82 A
	AIPV (cm)	27,34 A	26,47 A
	AV (cm)	24,52 A	23,53 B
	NÓM	13,45 A	12,66 A
	NVFP	28,31 A	26,09 A
	NVVP	3,38 A	3,21 A
	NSP	48,33 A	43,94 A
	PSP (g)	5,64 A	5,12 A
	PMS (g)	56,44 A	55,85 A
	PG	1163,97 A	1182,20 A
Elite	ACP	1,16 A	1,57 A
	APM (cm)	74,44 A	76,32 A
	AIPV (cm)	27,89 A	28,89 A
	AV (cm)	24,30 A	25,31 A
	NÓM	15,72 A	16,13 A
	NVFP	21,87 A	22,23 A
	NVVP	3,75 A	3,15 A
	NSP	41,40 A	41,06 A
	PSP (g)	7,14 A	7,02 A
	PG	1467,62 A	1542,85 A

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

datas de semeadura, devido às suas respostas a variações no fotoperíodo. Neste caso, os fotoperíodos mais curtos durante a estação de crescimento da soja reduzem o período vegetativo (florescimento precoce) e causam reduções na produtividade e no porte das plantas (ALMEIDA e KIIHL, 1998). A explicação mais coerente para os resultados baixos de altura de planta na maturação é a semeadura feita em uma época diferente da recomendada, já que na fase vegetativa da cultura as chuvas foram bem distribuídas, até mesmo excessivamente (Figura 2). Nogueira (1988) encontrou resultados semelhantes para alturas de plantas abaixo do esperado para as variedades

de soja, onde relata que a provável causa foi a ocorrência de veranicos na fase vegetativa da cultura, prejudicando o crescimento e desenvolvimento.

O acamamento das plantas dos cultivares Splendor e Elite manteve-se em um patamar de valores considerados como baixos, com notas variando entre 1,16 e 1,57.

Na Tabela 7, observam-se os resultados dos tamanhos de sementes do cultivar Splendor e sua influência sobre as características agronômicas avaliadas no campo. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para as características agronômicas avaliadas neste cultivar. Fontes e Ohlrogge (1972) e Kolak *et al.* (1992), citados por Lima e Carmona (1999), afirmaram que lavouras geradas por sementes maiores apresentaram melhor produtividade devido à maior quantidade de tecido de reserva nas mesmas, onde também o tamanho de sementes de soja está positivamente correlacionado com fatores de produção, como altura de plantas, número de vagens e número de sementes por planta, mas não com a produtividade.

Mesmo assim, observa-se que as sementes de tamanho 6,75 mm apresentaram, numericamente, valores mais altos de acamamento de plantas, altura de plantas na maturação, número de vagem por planta, número de semente por planta e peso de sementes por plantas; no entanto, ficou em quarto lugar em produção de grãos. É provável que o acamamento tenha contribuído para esse resultado. Já para as sementes de tamanho 5,55 mm, numericamente as mais produtivas, mesmo apresentando elevados valores de número de vagem vazias, o fator compensador para essa produção pode estar diretamente ligado aos resultados do peso de sementes por planta juntamente com os baixos valores no acamamento.

Tanto Nogueira (1988) como Lima (1999) encontraram os mesmos resultados quanto ao efeito da classificação das sementes no peso das sementes colhidas. Qualquer tamanho de sementes plantadas resultou nos mesmos pesos de sementes colhidas, havendo somente efeito significativo entre as variedades.

Analisando o cultivar Elite, cujos dados estão na Tabela 8, verificou-se efeito significativo entre os tamanhos de sementes para as variáveis produção de grãos. Os componentes primários de produção, como altura de plantas na maturação, número de vagem por planta, número de sementes

Tabela 7 – Porcentagem média das variáveis dos dados obtidos do acamamento de plantas (ACP), altura de plantas na maturação (APM), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), altura de vagem (AV), número de nós na maturação (NÓM), número de vagens por plantas (NVFP), número de vagem vazia (NVVP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), peso de 1.000 sementes (PMS) e produção de grãos em kg/ha (PG) de sementes de soja colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho, cultivar Splendor^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	Splendor										
	ACP	APM (cm)	AIPV (cm)	AV (cm)	NÓM	NVFP	NVVP	NSP	PSP (g)	PMS (g)	PG
6,75	1,58 a	78,70 a	27,66 a	24,65 a	13,15 a	28,58 a	3,11 a	48,16 a	5,65 a	55,95 a	1151,86 a
6,35	1,50 a	74,55 a	27,43 a	24,56 a	12,95 a	27,30 a	3,28 a	45,66 a	5,47 a	57,53 a	1118,20 a
5,95	1,33 a	71,51 a	26,45 a	23,81 a	13,16 a	27,48 a	3,40 a	47,50 a	5,37 a	56,79 a	1165,99 a
5,55	1,25 a	71,65 a	26,21 a	23,25 a	13,03 a	26,86 a	3,61 a	46,50 a	5,48 a	55,96 a	1299,56 a
5,16	1,16 a	70,15 a	26,81 a	23,88 a	13,06 a	25,61 a	3,18 a	46,00 a	4,98 a	55,84 a	1130,98 a
Testemunha	1,41 a	69,98 a	26,85 a	23,98 a	12,96 a	27,35 a	3,06 a	46,00 a	5,29 a	54,81 a	1171,91 a

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 8 – Porcentagem média das variáveis dos dados obtidos do acamamento de plantas (ACP), altura de plantas na maturação (APM), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), altura de vagem (AV), número de nós na maturação (NÓM), número de vagens por plantas (NVFP), número de vagem vazia (NVVP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP) e produção de grãos em kg/ha (PG) de sementes de soja colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho, cultivar Elite^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	Elite									
	ACP	APM (cm)	AIPV (cm)	AV (cm)	NÓM	NVFP	NVVP	NSP	PSP (g)	PG
6,75	1,25 a	75,86 a	28,35 a	24,76 a	15,65 a	22,71 a	3,63 a	42,83 a	7,44 a	1567,04 ab
6,35	1,58 a	78,68 a	28,83 a	25,16 a	16,16 a	23,80 a	3,25 a	44,33 a	7,73 a	1691,40 a
5,95	1,33 a	76,83 a	27,25 a	23,53 a	15,98 a	21,65 a	3,45 a	39,33 a	6,89 a	1544,11 ab
5,55	1,25 a	70,46 a	29,15 a	25,55 a	15,96 a	19,85 a	3,28 a	38,16 a	6,11 a	1271,29 b
Testemunha	1,41 a	75,06 a	28,48 a	25,03 a	15,86 a	22,23 a	3,63 a	41,50 a	7,20 a	1452,31 ab

^{1/} As médias seguidas de pelo uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

por planta e peso de sementes por planta, não tiveram influência do tamanho da semente. Resultados semelhantes foram encontrados por Singh *et al.* (1972).

Em relação à produtividade, observou-se efeito significativo do tamanho de semente. Os valores médios de produção de grãos de 1.691,40 kg/ha foram maiores no tamanho de sementes 6,35 mm. Já as sementes de tamanho 5,55 mm foram menos produtivas, deixando também a desejar nos componentes de produção altura de planta na maturação, número de vagem por planta e peso de sementes por planta, isto em valores numéricos.

Com o objetivo de avaliar a influência do tamanho na produtividade da cultura da soja, Krzyzanowski *et al.* (2004) trabalharam com seis cultivares, tendo duas destas, precisamente os cultivares precoces BRS 212 e RBS 133, respectivamente nas safras 02/03 e 03/04, mostrando redução de produtividade relacionada ao tamanho de semente. A produtividade baixou de 2.681 kg/ha na peneira 7,0 mm para 1.535 kg/ha na peneira 5,55 mm, no cultivar BRS 212, e na BRS133, de 2.590 kg/ha para 1.997 kg/ha, para os mesmos tamanhos de peneiras.

Na análise dos dois cultivares, observa-se que a produção de grãos foi inferior à produção média (Tabela 1). Embrapa Soja (2005) relatou que, na maioria das semeaduras feitas no final de dezembro e janeiro, podem ocorrer reduções de rendimento de até 50 % em relação a novembro, podendo ser esta perda ainda maior a partir de janeiro em diante.

Na Tabela 9, encontram-se os valores médios da variável dos dados do peso de 1.000 sementes. Pode-se observar que no cultivar Elite a classificação de sementes não apresentou efeito no peso das sementes colhidas, isto para as sementes colhidas manualmente. No entanto, nas sementes colhidas mecanicamente, o peso de 1.000 sementes foi influenciado pelo tamanho das sementes. As plantas originadas de tamanhos de sementes 6,75 mm produziram sementes com maior peso, diferindo das sementes de tamanho 5,55 mm. Em relação aos métodos de colheita, esses não apresentaram efeito significativo para o peso de 1.000 sementes.

Tabela 9 – Porcentagens médias das variáveis dos dados obtidos do peso de 1.000 sementes (PMSEM), das combinações colheita mecânica e manual com as classes de tamanho de sementes de soja, cultivares Splendor e Elite^{1/}

Tamanho da Semente (mm)	Elite		Média
	PMSEM (g)		
6,75	87,47 a A	81,07 a A	84,27
6,35	84,46 ab A	84,41 a A	84,44
5,95	80,34 abc A	82,69 a A	81,25
5,55	75,91 c A	81,98 a A	78,94
Testemunha	79,32 bc A	86,68 a A	83,00
Média	81,50	83,36	

^{1/} As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

É provável que o baixo peso das sementes e a baixa emergência de campo obtidos com esse tamanho de sementes (5,55 mm) sejam os fatores principais da baixa produção de grãos (Tabela 9), apesar de ter mostrado uma porcentagem considerável na sobrevivência das plantas.

Um outro fator que pode ter contribuído, com efeito significativo na redução da produção de grãos, em ambos os cultivares, foi o percentual de ocorrência da ferrugem-asiática. O cultivar Splendor mostrou-se mais suscetível, e de acordo com as recomendações foram feitas três aplicações de fungicidas. A doença é favorecida por chuvas bem distribuídas e longos períodos de molhamento e temperaturas entre 18 e 28 °C. A infecção causa rápido amarelecimento e queda prematura das folhas, e quanto mais cedo este fato ocorrer, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda no rendimento (EMBRAPA, 2005). De acordo com a Figura 2, o ambiente nesta época apresentou-se bastante propício em termos de chuvas e temperaturas.

4. Conclusões

As sementes que foram colhidas mecanicamente apresentaram emergência de plântulas menor que as obtidas pela colheita manual.

No cultivar Splendor, as sementes de 6,75 mm apresentaram menor vigor, expresso pelo índice de velocidade de emergência, e os tamanhos intermediários 5,95 e 5,55 mm e a testemunha mostraram-se mais vigorosos.

As sementes de tamanho 6,75 mm do cultivar Elite, colhidas manualmente, foram menos vigorosas quanto à velocidade de emergência. Para este mesmo cultivar, o maior tamanho de sementes, colhidas mecanicamente, apresentou melhor emergência a campo, em detrimento das menores, 5,55 mm.

De modo geral, quanto às características agronômicas avaliadas nos cultivares, as sementes oriundas das colheitas mecânica e manual não influenciaram os resultados das variáveis avaliadas.

No cultivar Elite, as sementes de tamanho 6,35 mm originaram plantas que obtiveram maior produção de grãos, com menor peso médio de 1.000 sementes originadas de sementes com tamanho 5,55 mm, nas sementes do cultivar Elite colhidas mecanicamente.

A semeadura fora da época recomendada pode alterar algumas características do cultivar e provocar queda na sua produtividade.

5. Referências

ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S. Melhoramento da soja no Brasil - desafio e perspectivas. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja**: tecnologia da produção. Piracicaba, 1998. p.40-54.

BRANDÃO-JUNIOR, D.S.; DINIZ, A.R.; CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; OLIVEIRA, M.S.; OLIVEIRA, J.A. Avaliação de danos mecânicos e seus efeitos na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.53-58, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV/SNAD/MA, 1992. 365 p.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

COSTA, A.V.; FONTES, L.A.N.; SEDIYAMA, T.; GALVÃO, D.J. Efeito da profundidade de plantio e do tamanho da semente sobre a emergência e sobre algumas características agrônômicas da soja. **Experientiae**, Viçosa, v.16, n.8, p.151-172, 1973.

COSTA, N.P.; OLIVEIRA, M.C.M.; HENNING, A.A.; KRZANOWSKI, F.V.; MESQUITA, C.M.; TAVARES, L.C.V. Efeito da colheita mecânica sobre a qualidade de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.232-237, 1996.

COSTA, R.R.; CUSTÓDIO, C.C.; NETO, N.B.M.; MARUBAYASHI, O.M. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.105-113, 2004.

EDWARDS, J.R.; HARTWIG, E.E. Effect of seed size upon rate of germination in soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.3, n.63, p.429-430, 1971.

EMBRAPA. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina, Paraná, 1984. (Circular técnica, 9).

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja - Região Central do Brasil 2005**. Londrina: EMBRAPA, 2005. 239 p.

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

FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (Circular técnica, 9).

FINOTO, E. **Influência da época de controle de doenças de final de ciclo e do retardamento de colheita na qualidade de sementes de soja**. 2004. 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

JUNIOR, H.M.N.; COSTA J.A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.269-274, 2002.

KRZYZANOWSKI, F.C.; GILIOLI, J.L.; MIRANDA, L.C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, V.E., SOUZA, P.I.M. (Ed). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: PATAFOS, 1993. p.465-522.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**. Trabalho técnico. Londrina, PR, v.11, n.3, p.81-84, 2001.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; VIEIRA, B.G.T.L. Embrapa soja. Londrina, PR. In: RESUMOS DA XXVI

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, julho de 2004. p.319. (documentos 234).

LAZARINI, E.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade de grãos de cultivares de soja semeadas em diferentes densidades no verão e no inverno. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.76, fasc.1, p.115-129, 2001.

LIMA, A.M.M.P.; CARMONA, R. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.157-163, 1999.

LOLLATO, M.A.; SILVA, W.R. Efeito da utilização de mesa gravitacional na qualidade de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.12, p.1483-1496, 1988.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MANARA, N.T.F. Origem e expansão. In: SANTOS, O.S. **A cultura da soja**. 1. Rio de Janeiro: Globo, 1988. p.13-23.

MARCOS FILHOS, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: CÂMARA, G. M S (Ed.). **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Editora G.M.S. Câmara, 1998. p.206-243.

NOGUEIRA, P.R. **Influência do tamanho da semente no desempenho das plantas de soja (*Glycine max* (L) Merrill) no campo**. 1988. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

PIANA, Z. **Influência do tamanho da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), e nível de umidade do solo na germinação e no vigor**. 1980. 95 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1980.

POPINIGIS, F. **Qualidade fisiológica de sementes**. Vol. 1, n.1, dez. 1975.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análise estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.

SEDIYAMA, T. **Influência do retardamento da colheita de soja sobre a deiscência das vagens, qualidade e poder germinativo das sementes**. 1972. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1972.

SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; DESTRO, D. **Produção de sementes de soja em Minas Gerais - Considerações Técnicas**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1981. 61 p. (Boletim de extensão, 75).

SINGH, J.N.; TRIPATHI, S.K.; NEGI, P.S. Note on the effect of seed size on germination, growth and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.1, n.42, p.83-86, 1972.

SMITH, T.J.; CAMPER, H.M. Effect of seed size on soybean performance. **Agronomy Journal**, Madison, v.5, p.67, 1975.

SOUZA, L.C.F. **Efeito da classificação por tamanho de sementes de soja (*Glycine max* (L) Merrill) sobre a germinação, vigor, desempenho das plantas no campo e qualidade das sementes colhidas**. 1988. 101 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3 p.816-822, 1991.

TEIXEIRA, M.C.C.; COSTA, J.A. Efeito do tamanho da semente de soja no vigor e na proporção tegumento, eixo embrionário e cotilédones. **Revista Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.42, mai./jun. p.12-15, 1989.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N.M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.33-41, 2002.

YAMANAKA, C.H. Relatório técnico descritivo da obtenção do cultivar. Características agronômicas do cultivar Splendor e Elite. **Documento 3** 1999.

ZORATO, M.F; SILVA, A.P; ASTAFEIEF, N.C; WATANABE, P.A.T. **Nova classificação por tamanhos em sementes de soja**. In: RESUMO DO II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2002. 368 p.

CONCLUSÕES FINAIS

Em ambos os cultivares, as sementes de todos os tamanhos obtiveram excelente emergência em leito de areia, com exceção das sementes 5,16 e 5,55 mm do cultivar Elite, com baixa qualidade.

As sementes de tamanho intermediário (5,95 mm) e as pequenas (5,16 mm) foram as que demonstraram melhor e pior qualidade, respectivamente, no cultivar Elite.

As sementes de tamanho intermediário (5,95 e 5,55 mm) do cultivar Splendor, colhidas mecanicamente, apresentaram maior potencial de vigor e germinação, em relação às de tamanhos 6,75 e 6,35 mm, de baixo potencial.

Foi possível também visualizar, no teste de tetrazólio, que os danos mecânicos foram maiores nas sementes colhidas mecanicamente, em ambos os cultivares.

A ocorrência de danos mecânicos na colheita foi mais elevada nas sementes maiores (tamanhos 6,75 e 6,35 mm), para o cultivar Splendor.

Nos dois cultivares estudados, as características agronômicas avaliadas não foram influenciadas pelo tamanho de sementes e nem pelo método de colheita utilizado, com exceção somente das sementes de tamanho 6,35 mm do cultivar Elite, que apresentaram maiores produtividades.

A semeadura fora da época recomendada pode alterar algumas características do cultivar e provocar queda na sua produtividade.

APÊNDICE

Tabela 1A – Resumo das análises de variância dos dados obtidos dos testes de teor de água (TA), peso de 1.000 sementes (PMS) e pelo teste de tetrazólio, potencial de vigor (TZ-VIGOR 1-3), potencial de germinação (TZ-GERM 1-5), dano mecânico (TZ-DM 1-8 e TZ-DM 6-8), deterioração por umidade (TZ-DU 1-8 e TZ-DU 6-8) e danos causados por percevejos (TZ-DP 1-8 e TZ-DP 6-8) das sementes de soja do cultivar Splendor, colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios								
		Teor de Água	TZ-VIGOR 1-3	TZ-GERM 1-5	Danos Mecânico		Deterioração Umidade		Danos Percevejos	
					TZ-DM 1-8	TZ-DM 6-8	TZ-DU 1-8	TZ-DU 6-8	TZ-DP 1-8	TZ-DP 6-8
Tipo de colheita (TCO)	1	2,1058**	533,333**	574,4167**	850,083**	602,083**	816,75**	0,7500	2,4558	2,0833
Resíduo (a)	6	0,0070	20,6111	21,8611	39,1944	3,86111	73,9722	0,7500	30,6388	10,9722
Tamanho (TS) ^{2/}	5	0,3117**	173,1333**	46,4833**	411,55**	46,4833**	146,083*	1,7500	44,2833	14,150*
TCO x TS	5	0,0557**	77,3333	62,0833**	127,2833*	44,8833**	21,95	3,7500	25,4833	9,4833
Resíduo (b)	30	0,0050	37,4111	9,9277	37,9944	3,0611	39,7055	1,9500	19,5056	4,1722
CV a (%)		0,82	6,34	5,42	23,08	28,93	53,90	46,19	38,73	64,63
CV b (%)		0,69	8,84	3,65	22,72	25,76	39,49	74,48	30,90	39,86

^{1/} ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{2/} Tamanho da semente (TS).

Tabela 2A – Resumo das análises de variância dos dados obtidos dos testes de teor de água (TA), peso de 1.000 sementes (PMS) e pelo teste de tetrazolio, potencial de vigor (TZ-VIGOR 1-3), potencial de germinação (TZ-GERM 1-5), dano mecânico (TZ-DM 1-8 e TZ-DM 6-8), deterioração por umidade (TZ-DU 1-8 e TZ-DU 6-8) e danos causados por percevejos (TZ-DP 1-8 e TZ-DP 6-8), das sementes de soja do cultivar Elite, colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios								
		Teor de Água	TZ-VIGOR 1-3	TZ-GERM 1-5	Danos Mecânico		Deterioração Umidade		Danos Percevejos	
					TZ-DM 1-8	TZ-DM 6-8	TZ-DU 1-8	TZ-DU 6-8	TZ-DP 1-8	TZ-DP 6-8
Tipo de colheita (TCO)	1	0,4485**	1200,00**	487,6875**	1541,33**	310,083**	690,08**	14,0833**	4,0833	0,520
Resíduo (a)	6	0,0176	38,0000	13,35417	56,6667	5,4722	26,8611	1,6388	52,6388	14,354
Tamanho (TS) ^{2/}	5	0,3143**	462,400**	127,1208**	609,933**	5,4833	203,88**	1,0833	219,5**	122,1**
TCO x TS	5	0,0367*	20,4000	24,9875	45,1333	4,6833	79,883	3,0833	53,6833	7,9208
Resíduo (b)	30	0,0143	23,0000	14,2208	47,1333	4,0722	34,5944	1,9055	26,5722	9,687
CV a (%)		1,20	7,95	4,18	41,06	52,47	45,90	87,79	52,29	56,30
CV b (%)		1,08	6,18	4,32	37,45	45,26	52,09	94,65	37,15	46,25

^{1/} ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{2/} Tamanho da semente (TS).

Tabela 3A – Resumo das análises de variância dos dados obtidos dos testes de teor de água (TA), peso de 1.000 sementes (PMSEM), primeira contagem de germinação (PC), germinação (GER), envelhecimento acelerado (EA), emergência em leito de areia (ELA), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVELA) e condutividade elétrica (CE), das sementes de soja do cultivar Splendor, colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		TA (%)	PMS (g)	PC (%)	GER (%)
Tipo de colheita (TCO)	1	2,09585**	19,3675	1800,75**	368,5208
Resíduo (a)	6	0,0070004	11,6330	170,3056	157,0208
Tamanho (TS) ^{2/}	5	0,31175**	9474,155*	144,85	1964,721**
TCO x TS	5	0,055787**	18,4073	257,4055*	119,5208
Resíduo (b)	30	0,005084	22,7483	92,40556	58,02083
CV a (%)		0,82	2,35	27,60	16,99
CV b (%)		0,69	3,29	20,29	10,32

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		EA (%)	ELA (%)	IVELA	CE (µS/cm/g)
Tipo de colheita (TCO)	1	1291,688**	374,0833**	7,72807**	1746,771**
Resíduo (a)	6	71,5763	33,41667	0,69271	210,4444
Tamanho (TS) ^{2/}	5	152,7708*	11,7333	1,13164**	203,6178**
TCO x TS	5	101,3375	19,3333	0,1750	57,47064
Resíduo (b)	30	42,54306	10,3333	0,25506	44,53899
CV a (%)		29,32	6,20	1,56	19,71
CV b (%)		22,60	3,44	2,99	9,06

^{1/} ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{2/} Tamanho da semente (TS).

Tabela 4A – Resumo das análises de variância dos dados obtidos dos testes de teor de água (TA), peso de 1.000 sementes (PMS), primeira contagem de germinação (PC), germinação (GER), envelhecimento acelerado (EA), emergência em leito de areia (EMLEIARE), índice de velocidade de emergência em leito de areia (IVELA) e condutividade elétrica (CE), das sementes de soja do cultivar Elite, colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		TA (%)	PMS (g)	PC (%)	GER (%)
Tipo de colheita (TCO)	1	0,4485**	1102,083**	414,1875	295,0208**
Resíduo (a)	6	0,0176	10,67581	126,0486	25,1597
Tamanho (TS) ^{2/}	5	0,3143**	12686,44**	17,7708	312,5708**
TCO x TS	5	0,0367*	128,3225**	178,7375	7,270833
Resíduo (b)	30	0,0143	15,8626	96,26528	24,54306
CV a (%)		1,20	2,18	20,78	6,06
CV b (%)		1,08	2,65	18,16	5,98

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		EA (%)	ELA (%)	IVELA	CE (µS/cm/g)
Tipo de colheita (TCO)	1	15,1875	88,0208*	0,73507	1685,663*
Resíduo (a)	6	53,5763	13,88119	1,1545	282,7681
Tamanho (TS) ^{2/}	5	401,2708**	303,7208**	4,041508**	1809,987**
TCO x TS	5	28,4375	5,32083	0,4748	12,3441
Resíduo (b)	30	77,1763	10,5319	0,53618	79,3442
CV a (%)		10,18	4,05	6,16	22,99
CV b (%)		12,21	3,52	4,19	12,15

^{1/} ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{2/} Tamanho da semente (TS).

Tabela 5A – Resumo das análises de variância dos dados obtidos nos testes de teor de água (TA), peso de 1.000 sementes (PMS), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência em campo (EPC), das sementes de soja do cultivar Splendor e Elite, colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Fontes de Variação	GL	Splendor			Fontes de Variação	GL	Elite		
		Quadrados Médios					Quadrados Médios		
		PMS (g)	IVE	EPC			PMS (g)	IVE	EPC
Tipo de colheita (TCO)	1	19,3675	2,9468	396,7500**	Tipo de colheita (TCO)	1	1209,450**	3,2262**	476,1000**
Resíduo (a)	6	11,6330	0,8610	14,3055	Resíduo (a)	6	12,8885	0,3041	33,7666
Tamanho (TS) ^{2/}	5	9474,155**	4,0791**	116,050	Tamanho (TS) ^{2/}	4	9569,867**	0,9185	62,1250
TCO x TS	5	18,4073	0,3521	45,3500	TCO x TS	4	130,4051**	1,3496*	90,225*
Resíduo (b)	30	22,7483	1,0365	76,3000	Resíduo (b)	24	18,9544	0,3937	23,2250
CV a (%)		2,35	10,78	5,41	CV a (%)		2,24	5,50	7,40
CV b (%)		3,29	11,82	12,50	CV b (%)		2,71	6,25	6,14

^{1/} ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{2/} Tamanho da semente (TS).

Tabela 6A – Resumo das análises de variância dos dados obtidos dos testes de teor de água (TA), acamamento de plantas (ACP), altura de plantas na maturação (APM), altura de inserção da primeira vagem (APV), altura de vagem (AV), números de nós na maturação (NÓM), números de vagens por plantas (NVFP), número de vagem vazia (NVVP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), peso de 1.000 sementes (PMS) e produção de grãos em kg/ha (PG), das sementes de soja do cultivar Splendor, colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		ACP	APAM (cm)	AIPV (cm)	AV (cm)	NÓM
Tipo de colheita (TCO)	1	0,1736	11,4469	6,9344	8,7025*	5,6011
Resíduo (a)	2	0,13194	184,3303	1,6352	0,5475	1,9386
Tamanho (TS) ^{2/}	5	0,14583	33,1651	1,8611	1,6198	0,04911
TCO x TS	5	0,09027	23,5162	2,82244	2,9145	0,31377
Resíduo (b)	20	0,084722	15,3458	3,4434	3,9188	0,1842
CV a (%)		26,42	18,79	4,75	3,08	10,66
CV b (%)		21,16	5,42	6,89	8,23	3,28

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		NVFP	NVVP	NSP	PSP (%)	PG	PMS (g)
Tipo de colheita (TCO)	1	44,4444	0,1344	173,3611	2,3896	2991,86	3,18027
Resíduo (a)	2	45,4552	1,13027	138,1944	3,12934	101399,9	24,2586
Tamanho (TS) ^{2/}	5	5,5733	0,25111	19,42778	0,30932	25540,36	5,13021
TCO x TS	5	17,3324	0,5624	53,2944	0,77255	42172,88	5,36372
Resíduo (b)	20	9,6197	0,27311	26,0778	0,64769	18469,15	4,05143
CV a (%)		24,79	32,43	25,48	32,89	27,14	8,77
CV b (%)		11,40	15,94	11,06	14,96	11,58	3,58

^{1/} ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{2/} Tamanho da semente (TS).

Tabela 7A – Resumo das análises de variância dos dados obtidos dos testes de teor de água (TA), acamamento de plantas (ACP), altura de plantas na maturação (APM), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), altura de vagem (AV), números de nós na maturação (NÓM), números de vagens por plantas (NVFP), número de vagem vazia (NVVP), número de sementes por planta (NSP), peso de sementes por planta (PSP), peso de 1.000 sementes (PMS) e produção de grãos em kg/ha (PG), das sementes de soja do cultivar Elite, colhidas mecânica e manualmente e classificadas por tamanho^{1/}

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios				
		ACP	A PM (cm)	AIPV (cm)	AV (cm)	NÓM
Tipo de colheita (TCO)	1	1,20000	26,3203	8,1120	7,6003	1,2000
Resíduo (a)	2	0,32500	313,4603	6,2680	4,2583	3,4630
Tamanho (TS) ^{2/}	4	0,11666	56,2500	3,1220	3,53466	0,2138
TCO x TS	4	0,15833	20,7586	3,07366	3,0586	0,16916
Resíduo (b)	16	0,05625	25,02033	4,36308	4,3464	0,4572
CV a (%)		41,71	23,49	8,81	8,32	11,68
CV b (%)		17,35	6,63	7,35	8,40	4,24

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		NVFP	NVVP	NSP	PSP (%)	PG	PMS (g)
Tipo de Colheita (TCO)	1	1,0083	2,7603	0,8333	0,1147	42450,57	26,0587
Resíduo (a)	2	51,87033	2,07033	100,633	6,07654	277327,0	80,29476
Tamanho (TS) ^{2/}	4	12,81083	0,2025	37,883	2,31759	146281,6*	31,08026*
TCO x TS	4	7,31416	0,74616	24,4166	0,55558	86501,34	45,05468**
Resíduo (b)	16	5,1390	0,4003	26,1250	0,93237	47099,93	9,21145
CV a (%)		32,66	41,71	24,33	34,80	34,99	10,87
CV b (%)		10,28	18,34	12,39	13,63	14,41	3,68

^{1/} ** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste de F.

^{2/} Tamanho da semente (TS).