

TANA BALESDENT MOREANO

**EVOLUÇÃO DAS QUALIDADES FÍSICA E FISIOLÓGICA DA
SEMENTE DE SOJA NO BENEFICIAMENTO**

**MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
AGOSTO - 2012**

TANA BALESDENT MOREANO

**EVOLUÇÃO DAS QUALIDADES FÍSICA E FISIOLÓGICA DA
SEMENTE DE SOJA NO BENEFICIAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

**MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
AGOSTO – 2012**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

M835e Moreano, Tana Balesdent
Evolução das qualidades física e fisiológica da
semente de soja no beneficiamento / Tana Balesdent
Moreano. -- Maringá, 2012.
106 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro de Lucca e
Braccini.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Maringá, Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
2012.

1. Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) - Germinação.
2. Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) - Vigor. 3. Soja
(*Glycine max* (L.) Merrill) - Dano mecânico. 4. Soja
(*Glycine max* (L.) Merrill) - Dano por percevejo. 5.
(Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) - Deterioração por
umidade. I. Braccini, Alessandro de Lucca e, orient.
II. Universidade Estadual de Maringá. Programa de
Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDD 22. ed. 633.3421

masa-001665

TANA BALESIDENT MOREANO

**EVOLUÇÃO DAS QUALIDADES FÍSICA E FISIOLÓGICA DA
SEMENTE DE SOJA NO BENEFICIAMENTO**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Aprovada em 24 de agosto de 2012.

Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim

Prof. Dra. Mariana Zampar Toledo

Ph.D. José de Barros França Neto

Ph.D. Francisco Carlos Krzyzanowski

Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini
(Orientador)

Aos meus filhos de todas as horas,
Patcha, Kena, Taiman e João Pedro;
aos meus parentes e amigos,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em todos os momentos de minha vida.

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) pela oportunidade de realização do curso.

À Cocari – Cooperativa Agropecuária e Industrial pela oportunidade de estudo e apoio concedido nas pesquisas.

Ao Professor Dr. Alessandro de Lucca e Braccini, orientador deste trabalho, pela sua dedicação, seriedade e paciência na orientação.

Ao Professor Dr. Carlos Alberto Scapim, co-orientador, pelas valiosas contribuições.

Ao Pesquisador Ph.D. José de Barros França Neto, pela orientação profissional e acadêmica.

Ao Pesquisador Ph.D. Francisco Carlos Krzyzanowski, pelo apoio e sugestões.

À funcionária do Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Soja, Vilma, pela ajuda nas análises.

Às analistas da Cocari, Rubia e Angelita, pelo auxílio nas análises.

Aos amigos de Mestrado Odair José Marques, Graciene Bido e Lilian Dan pela verdadeira amizade e apoio e a todos os demais amigos de pós-graduação que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

TANA BALESDENT MOREANO, filha de Pedro Oswaldo Moreano Sagasti e Suely Balesdent Moreano, nasceu no Rio de Janeiro – RJ, em 15 de julho de 1967.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica em 1992 pela FEIT/ISEPI, Universidade do Estado de Minas Gerais – Campus Ituiutaba.

Concluiu o Curso de Especialização em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas em 1998.

Concluiu o Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho em 2001 pela Universidade do Estado de Minas Gerais.

Concluiu o Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, na Universidade Estadual de Maringá em 2009.

Iniciou o Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, na Universidade Estadual de Maringá em 2009 e apresentou-se à banca examinadora para defesa da tese em agosto de 2012.

Atualmente atua como Gerente das Unidades de Beneficiamento de Sementes da Cocari em Faxinal e Mandaguari, PR.

ÍNDICE

LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Qualidade de sementes de soja	4
2.2 Danos que afetam a qualidade fisiológica das sementes	5
2.2.1 Danos mecânicos	5
2.2.2 Danos por percevejos	6
2.2.3 Danos por umidade	6
2.3 Evolução dos danos durante o armazenamento	8
2.4 Beneficiamento de sementes	9
3 REFERÊNCIAS	11
CAPÍTULO 1	17
EVOLUÇÃO DAS QUALIDADES FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA DURANTE O BENEFICIAMENTO	17
EVOLUTION OF THE PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITIES OF SOYBEAN SEEDS DURING PROCESSING	19
1 INTRODUÇÃO	21
2 MATERIAL E MÉTODOS	24
2.1 Instalação e condução do experimento	24
2.2 Características analisadas	26
2.2.1 Teste de germinação	26
2.2.2 Envelhecimento acelerado	26
2.2.3 Teste de tetrazólio	26
2.2.4 Determinação do grau de umidade	27
2.2.5 Análise de Pureza	27
2.2.6 Massa específica aparente	28
2.2.7 Massa de mil sementes	28
2.3 Delineamento experimental e análise estatística	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29

3.1 Avaliação das análises fisiológicas	29
3.1 Avaliação das análises físicas	36
4 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE	47
CAPÍTULO 2	60
EFEITO DAS MÁQUINAS DE BENEFICIAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA	60
EFFECT OF PROCESSING MACHINES ON SOYBEAN SEED QUALITY..	62
1 INTRODUÇÃO	64
2 MATERIAL E MÉTODOS	67
2.1 Instalação e condução do experimento	67
2.2 Delineamento experimental	67
2.3 Características analisadas	69
2.3.1 Teste de germinação	69
2.3.2 Envelhecimento acelerado	70
2.3.3 Teste de tetrazólio	70
2.3.4 Massa de mil sementes	71
2.4 Análises estatísticas	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.1 Avaliação da máquina de limpeza	72
3.2 Avaliação do separador em espiral	75
3.3 Avaliação do padronizador	77
3.4 Avaliação das mesas densimétricas	80
4 CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS	86

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1

QUADRO 1	Porcentagens médias obtidas no teste de germinação realizado em seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	30
QUADRO 2	Porcentagens médias dos resultados de viabilidade (TZ 1-5) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	31
QUADRO 3	Porcentagens médias dos resultados de vigor (TZ 1-3) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	32
QUADRO 4	Porcentagens médias obtidas no teste de envelhecimento acelerado realizado em seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.....	33
QUADRO 5	Porcentagens médias de danos mecânicos (TZ 1-8) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	33
QUADRO 6	Porcentagens médias de danos por percevejos (TZ 1-8) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	35
QUADRO 7	Porcentagens médias da deterioração por umidade (TZ 3) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	36
QUADRO 8	Porcentagens médias do percentual de impureza de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento.	

	Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	38
QUADRO 9	Massa específica aparente (kg m^{-3}) de sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	39
QUADRO 10	Peso de mil sementes (g) de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	40
QUADRO 1A	Características das cultivares estudadas (EMBRAPA SOJA, 2010; COODETEC, 2010; BRASMAX, 2012; FT SEMENTES, 2012; SYNGENTA, 2012), safra 2010/2011, região Sul	48
QUADRO 2A	Resumo da análise de variância referente à variável resposta germinação em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	49
QUADRO 3A	Resumo da análise de variância referente à variável resposta viabilidade no teste de tetrazólio em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	50
QUADRO 4A	Resumo da análise de variância referente à variável resposta vigor no teste de tetrazólio em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	51
QUADRO 5A	Resumo da análise de variância referente à variável resposta envelhecimento acelerado em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	52
QUADRO 6A	Resumo da análise de variância referente à variável danos mecânicos no teste de tetrazólio (TZ 1-8) em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	53
QUADRO 7A	Resumo da análise de variância referente à variável danos por percevejos no teste de tetrazólio (TZ 1-8) em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de	

	amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	54
QUADRO 8A	Resumo da análise de variância referente à variável danos por umidade no teste de tetrazólio (TZ 3) em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	55
QUADRO 9A	Resumo da análise de variância referente à variável impureza em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	56
QUADRO 10A	Resumo da análise de variância referente à variável umidade em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	57
QUADRO 11A	Resumo da análise de variância referente à variável massa específica aparente em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	58
QUADRO 12A	Resumo da análise de variância referente à variável peso de mil sementes em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal, Estado do Paraná, 2009/2010	59

CAPÍTULO 2

QUADRO 1	Esquema dos pontos amostrados em cada máquina de beneficiamento de sementes de soja na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Cocari. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011.....	69
QUADRO 2	Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5) (%), vigor (TZ 1-3) (%), danos mecânicos totais (TZ 1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por	

	percevejos (TZ 1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saída do padronizador. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011	74
QUADRO 3	Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5) (%), vigor (TZ 1-3) (%), danos mecânicos totais (TZ 1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ 1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saída do separador em espiral. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011	76
QUADRO 4	Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5) (%), vigor (TZ 1-3) (%), danos mecânicos totais (TZ 1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ 1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saídas do padronizador. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011.	78
QUADRO 5	Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5) (%), vigor (TZ 1-3) (%), danos mecânicos totais (TZ 1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ 1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saídas da mesa densimétrica tamanho 6,5 mm. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011	82
QUADRO 6	Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5) (%), vigor (TZ 1-3) (%), danos mecânicos totais (TZ 1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ 1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e	

saídas da mesa densimétrica tamanho 6,5 mm. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011	84
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema dos pontos amostrados nas etapas do beneficiamento de sementes de soja na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Cocari. Faxinal, Estado do Paraná, 2010	25
Figura 2	Grau de umidade e desvio padrão em sementes de seis cultivares de sementes de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010	37

RESUMO

MOREANO, Tana Balesdent, M.Sc., Universidade Estadual de Maringá, agosto de 2012. **Evolução das qualidades física e fisiológica da semente de soja no beneficiamento.** Professor Orientador: Dr. Alessandro de Lucca e Braccini. Conselheiros: Ph.D. José de Barros França Neto, Ph.D. Francisco Carlos Krzyzanowski e Professor Dr. Carlos Alberto Scapim.

O beneficiamento de sementes é uma etapa essencial na produção de sementes de alta qualidade, pois por meio da eliminação de materiais inertes, sementes de plantas daninhas e sementes fora de padrão, possibilita atingir padrões de qualidade que agregam valor à semente. A qualidade inicial de um lote de sementes depende da cultivar, das condições edafoclimáticas do ano agrícola e dos cuidados na colheita; porém a qualidade final é atribuída ao cuidado durante o beneficiamento e armazenamento e à minimização de injúrias que possam ocorrer durante o processamento. Em função destas variações, o objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução das características físicas e fisiológicas das sementes de soja durante dois anos agrícolas (Safras 2009/2010 e 2010/2011) em uma Unidade de Beneficiamento de Sementes. No primeiro ano agrícola coletaram-se amostras de várias cultivares de soja ao longo da linha de beneficiamento. Para tanto, foram retiradas amostras de seis cultivares de soja, à medida em que a massa de sementes passava pelas máquinas de processamento, totalizando 15 pontos de amostragem: 1) silo armazenador; 2) entrada da máquina de limpeza; 3) saída da máquina de limpeza; 4) entrada no separador em espiral; 5) saída do separador em espiral/entrada no padronizador; 6) saída do padronizador (tamanho 6,5 mm); 7) saída do padronizador (tamanho 5,5 mm); 8) entrada na mesa densimétrica (tamanho 6,5 mm); 9) entrada na mesa densimétrica (tamanho 5,5 mm); 10) saída da mesa densimétrica (tamanho 6,5 mm); 11) saída da mesa densimétrica (tamanho 5,5 mm); 12) caixa de espera (tamanho 6,5 mm); 13) caixa de espera (tamanho 5,5 mm); 14) ensaque (tamanho 6,5 mm); e 15) ensaque (tamanho 5,5 mm). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 15 x 6 (15 pontos de amostragem x seis cultivares), com 10 repetições. Foram

avaliadas as seguintes características físicas no primeiro ano: 1) grau de umidade, 2) porcentual de impureza, 3) massa específica aparente, 4) massa de 1.000 sementes. A qualidade fisiológica foi avaliada pelas seguintes variáveis: 1) germinação; 2) envelhecimento acelerado; 3) viabilidade pelo teste de tetrazolio (TZ) classes 1 a 5; 4) vigor (TZ) classes 1 a 3; 5) nível de deterioração por umidade (TZ) classe 3; 6) danos mecânicos totais (TZ) classes de 1 a 8; e 7) danos causados por percevejos (TZ) classes de 1 a 8. No segundo ano agrícola coletaram-se amostras de duas cultivares de soja, antes e depois da passagem por cinco máquinas beneficiadoras (máquina de limpeza, separador em espiral, padronizador, mesa densimétrica para tamanho 6,5 mm e mesa densimétrica para tamanho 5,5 mm), com 20 repetições por ponto. No segundo experimento foi avaliado a massa de 1.000 sementes e as mesmas variáveis para características fisiológicas que o primeiro experimento, além dos danos mecânicos letais (TZ 6-8). Os resultados obtidos permitiram concluir que o beneficiamento melhora as qualidades física e fisiológica dos lotes de sementes de soja e que a sua eficiência acentua-se nas sementes de qualidade mediana. O sistema de transporte (elevadores e correias transportadoras), desde que bem selecionado no projeto e com velocidade de transporte dentro das especificações para semente, que é de 45 metros por minuto, não interfere no incremento de danos mecânicos às sementes. As sementes com danos mecânicos tendem a se concentrar nos tamanhos maiores e as sementes que apresentam danos causados por percevejos nos tamanhos menores. As sementes com deterioração por umidade não são eliminadas em nenhuma etapa do beneficiamento. A mesa densimétrica tem um papel primordial na melhoria dos atributos físicos e fisiológicos do lote de sementes por permitir o descarte de sementes de menor densidade e pela redução do volume de sementes com danos mecânicos e danos por percevejos.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, germinação, vigor, dano mecânico, dano por percevejo, deterioração por umidade.

ABSTRACT

MOREANO, Tana Balesdent, M.Sc., State University of Maringá, August, 2012. **Evolution of physical and physiological qualities of soybean seed during processing.** Adviser: Professor Dr. Alessandro de Lucca e Braccini. Committee members: Ph.D. José de Barros França Neto, Ph.D. Francisco Carlos Krzyzanowski and Professor Dr. Carlos Alberto Scapim.

Seed processing is an essential step on high quality seed production, once the elimination of inert materials, weed seeds, and non-standard seeds allow maintaining the seed quality obtained in the field. The initial quality of a seed lot depends on the cultivar, on the weather conditions of the agricultural year and on good managing of the harvest machines. The final quality, however, is attributed to the care provided during processing and storage and to minimization of injuries, which may occur during the processing procedures. The objective of this study was to assess the evolution of physical and physiological characteristics of soybean seeds during two growing seasons (2009/1010 and 2010/2011), in a Seed Processing Plant. In the first growing season, seed samples of a set of soybean cultivars were collected along the processing line. Therefore, samples of six soybean cultivars were collected, while seeds were passing through each processing machine, totaling 15 sampling points: 1) bin; 2) entry of the air-screen machine; 3) exit of the air-screen machine; 4) entry of the spiral separator; 5) exit of the spiral separator and entry of the size grader; 6) size grader (6.5 mm seed size); 7) exit of the size grader (5.5 mm seed size); 8) entry of the gravity separator (6.5 mm seed size); 9) entry of the gravity separator (5.5 mm seed size); 10) exit of the gravity separator (6.5 mm seed size); 11) exit of the gravity separator (5.5 mm seed size); 12) holding bin (6.5 mm seed size); 13) holding bin (5.5 mm seed size); 14) bagging scale (6.5 mm seed size); and 15) bagging scale (5.5 mm seed size). A completely randomized experimental design was used, with the treatments arranged in a 15 x 6 factorial scheme (15 sampling sites x 6 cultivars), with 10 replications. The following physical characteristics were assessed in the first year: 1 - moisture content; 2 - impurity percentage; 3 - apparent specific mass; and 4 - mass of 1,000 seeds. The variables used for assessing seed physiological quality were: 1) germination; 2) vigor - accelerated

aging test; 3) viability by the tetrazolium test (TZ), classes 1 to 5; 4) vigor (TZ), classes 1 to 3; 5) weathering damages (TZ), class 3; 6) total mechanical damages (TZ), classes 1 to 8; and 7) damages caused by stink bugs (TZ), classes 1 to 8. In the second agricultural year, samples of two soybean cultivars were collected before and after the passage of seeds through five processing machines: air-screen machine; spiral separator, size grader; gravity separator (6.5 mm seed size); and gravity separator (5.5 mm seed size), with 20 replication for each sampling point. In the second experiment, the mass of 1,000 seeds was assessed and also the same variables for physiological characteristics, assessed in the first experiment; in addition, the lethal mechanical damages (TZ classes 6 to 8) were also evaluated. According to the results, processing improves physical and physiological characteristics of soybean seeds and its efficiency is accentuated in seeds with intermediate quality. The conveying system (elevators and conveyor belts), once well designed in the project and with transportation speed specifically for seeds, which is 45 meters per minute, does not interfere in the enhancing of mechanical damages to the seeds. Seeds with mechanical damages tend to concentrate at larger sizes; and seeds presenting stink bug damages tend to concentrate at smaller sizes. Seeds presenting weathering damages are not eliminated in whatever processing steps. The gravity separator plays an essential role in improvement of physical and physiological attributes of seed lots, by allowing lower density seeds to be discarded and by removing partly seeds with mechanical and stink bug damages.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill, germination, vigor, mechanical damage, stink bug damage, weathering damage.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é líder no mundo no que diz respeito à tecnologia inovadora para a agricultura tropical. Vide o exemplo da soja, na qual os melhoristas brasileiros tropicalizaram a espécie e hoje se cultiva a soja próximo à linha do equador no paralelo 2° Sul (Pinheiros, MA) (KRZYZANOWSKI, 2009).

Segundo a Associação Brasileira de Sementes e Mudanças – ABRASEM (2012), a área semeada com grãos de soja no Brasil na safra 2011/2012 foi de 25.018.000 ha, com um potencial de demanda de sementes da ordem de 1.501.080 t e com uma taxa de utilização de sementes de 67% no país. Este montante representa um negócio cujo valor ultrapassa R\$1,4 bilhão por ano.

A utilização de sementes de alta qualidade tem sido um grande diferencial para a expansão e o estabelecimento da cultura da soja, sempre associando-se às sementes as qualidades física, genética, fisiológica e sanitária.

A produtividade da soja é diretamente afetada pela qualidade fisiológica das sementes que pode variar em função de diversos fatores, tais como danos mecânicos, ataque de percevejos e deterioração por umidade. Por isso, as sementes precisam ser colhidas, beneficiadas e manipuladas de forma adequada à preservação de sua qualidade.

A semente de soja é suscetível a diversos tipos de danos, uma vez que o eixo embrionário está situado sob um tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (COSTA et al., 1979; FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

A soja possui capacidade de recuperação dos danos causados por insetos na área foliar, porém tal capacidade é muito reduzida a partir do surgimento das vagens, levando a danos irreversíveis, quando o ataque de percevejos afetar o eixo hipocótilo-radícula, o que inviabiliza a semente ou prejudica a emergência das plântulas (CORSO, 1977). O ataque de percevejos pode impedir a planta de completar seu ciclo, retardando a maturação fisiológica, causando retenção foliar e dificultando a colheita mecânica (SILVA; RUEDELL, 1983), além de influenciar na qualidade das sementes.

O percevejo é o inseto mais importante que afeta a qualidade fisiológica da semente de soja. Ao picá-la, inocula a levedura *Nematospora coryli*, que, dependendo do grau de umidade da semente, provoca a necrose dos tecidos na região afetada (KRZYZANOWSKI et al., 2008). Além disso, injetam também sua saliva que contém enzimas que pré-digerem os solutos contidos nas sementes, deteriorando-as (DEPIERI, 2010).

A qualidade fisiológica da semente de soja também é afetada negativamente pela deterioração de campo, que ocasiona o dano por umidade. As principais origens do dano por umidade estão associadas às oscilações de umidade decorrentes de chuvas, neblina e orvalho, principalmente quando associadas com temperaturas elevadas na fase de maturação no campo. A intensidade deste dano pode variar de acordo com as características genéticas da cultivar (FRANÇA NETO; HENNING, 1984) e quanto à composição química do tegumento da semente (CAPELETI et al., 2005).

O beneficiamento de sementes é uma etapa obrigatória e indispensável num programa sistematizado de produção de sementes e tem como objetivo beneficiar e incrementar a qualidade das sementes, dando-lhes condições de serem utilizadas pelos produtores e de atenderem aos padrões mínimos de comercialização que estão pré-estabelecidos pelas normas legais vigentes (PESKE; BAUDET, 2003).

A semente, ao chegar do campo, além dos danos anteriormente citados, pode estar acompanhada de uma grande variedade de materiais indesejáveis: palhas, sementes de má qualidade, deformadas, danificadas, torrões de solo, impurezas, sementes de outras espécies e infectadas por patógenos (BICCA et al., 1998). Estes materiais indesejáveis também precisam ser removidos até a etapa final de produção da semente. A retirada das impurezas de um lote é baseada na utilização das diferenças físicas entre os materiais, tais como tamanho, massa, forma, cor e textura (OLIVEIRA et al., 1999).

O beneficiamento é uma etapa que contribui para melhorar a qualidade física e fisiológica de lotes de sementes, porém, de acordo com o seu projeto, equipamentos e sistemas de transporte, pode não eliminar totalmente, ou mesmo aumentar alguns tipos de danos. Assim, o presente trabalho teve como objetivos: 1) avaliar o efeito do beneficiamento nas qualidades física e fisiológica de lotes sementes de soja antes e depois de cada equipamento e

sistema de transporte, durante o seu fluxo em uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS); e 2) avaliar a influência de cada máquina de beneficiamento isoladamente na qualidade física e fisiológica de sementes de cultivares de soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Qualidade de sementes de soja

A semente de soja para ser considerada de alta qualidade deve ter características físicas, fisiológicas e sanitárias, tais como altas taxas de vigor, de germinação e de sanidade, bem como garantias de pureza física e varietal, além de não conter sementes de plantas daninhas. Esses fatores respondem pelo desempenho da semente no campo, permitindo o estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto fundamental que contribui para que sejam alcançados elevados níveis de produtividade (KRZYZANOWSKI, 2004).

Diversos fatores que afetam a qualidade fisiológica e sanitária da semente de soja podem ocorrer durante a fase de produção no campo, na operação de colheita, na secagem, no beneficiamento, no armazenamento, no transporte e na semeadura. Tais fatores abrangem extremos de temperatura durante a maturação, flutuações das condições de umidade ambiente, tais como a ocorrência de estiagem, deficiências nutricionais das plantas, ataque de insetos, além da adoção de técnicas inadequadas de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento. Embora sejam situações distintas, todas resultam num ponto em comum: a deterioração da semente (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Dentre os vários fatores que influenciam a produtividade da soja, destaca-se a qualidade fisiológica de semente, a qual é imprescindível para obtenção de uma população adequada de plantas por área, sendo que a variação na qualidade da semente ocorre em função de vários fatores externos e inerentes à própria planta. A principal desvantagem da utilização de semente de baixa qualidade, além do risco de ressemeadura, é a provável quebra no rendimento, mesmo quando populações adequadas de plantas são obtidas.

2.2 Danos que afetam a qualidade fisiológica das sementes

2.2.1 Danos mecânicos

A ocorrência de danos mecânicos é considerada um grande ponto de estrangulamento na produção de sementes de elevada qualidade e um dos problemas mais sérios que ocorrem na produção de sementes no Brasil. (PAIVA et al., 2000)

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) e Mantovani e Fontes (1989), os danos mecânicos podem destruir estruturas essenciais das sementes, aumentar a suscetibilidade a microorganismos e a sensibilidade a fungicidas, além de reduzir a germinação, o vigor, o potencial de armazenamento e o desempenho no campo.

Carvalho e Nakagawa (2012) enfatizam que a colheita mecânica e o beneficiamento são as principais fontes de danos mecânicos em sementes e que, na colheita, a semente fica particularmente suscetível ao dano latente.

A semente de soja é particularmente suscetível à danificação de natureza mecânica, uma vez que o eixo embrionário está situado sob o tegumento pouco espesso, que praticamente não oferece proteção (COSTA et al., 1979; FRANÇA NETO; HENNING, 1984; OBANDO-FLOR et al., 2004). Uma das causas da perda de qualidade da semente de soja durante os processos de colheita e beneficiamento é a ocorrência do dano mecânico nestas etapas. A injúria mecânica é causada pelo impacto das sementes com superfícies rígidas, que provocam quebras, trincas e arranhões. As sementes mecanicamente danificadas, além de tornarem as operações de beneficiamento mais lentas e difíceis, também se tornam menos viáveis e menos vigorosas (OLIVEIRA et al., 1999). O sistema de transporte em uma unidade de beneficiamento de sementes, dependendo de sua constituição, pode incrementar o nível de danos mecânicos das sementes. Para isso, recomenda-se que os elevadores sejam apropriados para sementes, tais como os de corrente ou flexíveis (FRANÇA NETO et al., 2007).

A suscetibilidade das sementes ao dano mecânico está associada ao grau de umidade contido nas mesmas (PESKE; HAMER, 1997; OLIVEIRA et

al., 1999) e à variabilidade genética diferenciada das cultivares (CARBONELL; KRZYZANOWSKI, 1995).

2.2.2 Danos por percevejos

Os percevejos fitófagos representam um dos grupos mais importantes de insetos-pragas na cultura da soja. Seus danos são irreversíveis a partir de determinados níveis populacionais em determinados estádios de desenvolvimento das plantas. Os grãos, quando atacados, ficam menores, enrugados, chochos e com cor mais escura. Entretanto, para sementes, o local da lesão é mais importante que o número de picadas, pois uma lesão sobre o hipocótilo inviabiliza a viabilidade, enquanto várias lesões nos cotilédones reduzem o vigor, a sanidade e a emergência, porém não afetam a viabilidade (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009).

Estudos realizados no passado (PANIZZI et al., 1979) e mais recentemente por Corrêa-Ferreira (2005) indicam que lavouras de soja infestadas por percevejos no estágio R5 foram as que apresentaram as sementes com maiores intensidade de danos, comparando-se com lavouras infestadas na maturidade fisiológica (estádio R7), que apresentaram sementes de qualidade semelhante às plantas livres do ataque de percevejos.

Na linha de beneficiamento, o uso do separador em espiral, além de melhorar a qualidade física das sementes, pode também melhorar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes de soja por meio da separação das sementes defeituosas e atacadas por insetos (PESKE; BAUDET, 2003).

2.2.3 Danos por umidade

No ponto de maturidade fisiológica (máximo vigor e germinação), o elevado grau de umidade das sementes e vagens inviabiliza a colheita mecânica. A fase entre a maturidade fisiológica e a morfológica pode ser considerada como um período de “armazenagem” a campo, quando então a semente estará exposta a condições de alta temperatura, chuvas e/ou umidade relativa do ar elevada, sofrendo sérios problemas em virtude da deterioração no campo (COSTA et al., 1994).

O processo de deterioração em campo pode ocorrer em qualquer ponto durante a fase de maturação, porém, segundo Mondragon e Potts (1974), seus efeitos negativos são mais acentuados quando o grau de umidade das sementes for inferior a 25%.

O clima tropical é caracterizado por ser quente e úmido no período do verão, que coincide com as fases de maturação e colheita da semente de soja. Em geral, essas condições abióticas não atendem às exigências de tecnologia de produção de semente de soja de alta qualidade, pois a cultura requer temperatura média na fase de maturação das sementes em torno de 22°C (KRZYZANOWSKI, 2004).

A região do Norte do Estado do Paraná, por apresentar temperaturas relativamente altas durante a fase de produção da soja, tem sido considerada como medianamente favorável para a produção de sementes de soja (COSTA et al., 1994). A deterioração no campo pode resultar num maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que as sementes deterioradas são mais suscetíveis a impactos mecânicos (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Hamer e Hamer (2003) também afirmam que o grande vilão da produção de sementes é a deterioração por umidade, dano evolutivo e mais acentuado entre os demais danos fisiológicos, o que pode somente ser controlado com a antecipação da colheita ou ocasionando o descarte do campo.

Moreano et al. (2011), trabalhando com sementes de soja de cultivares precoces e semi-precoces, observaram que a deterioração por umidade evolui durante a armazenagem, comportando-se de forma linear crescente, independente do nível de vigor inicial das sementes.

Quando expostas às condições de ambiente mais úmido, as sementes secas ganharão umidade e, conseqüentemente, terão seus volumes expandidos. Uma redução de volume ocorrerá caso o oposto venha a ocorrer. Em algumas situações extremas, o grau de umidade das sementes pode alcançar níveis de até 27%, após chuvas intensas (QUEIROZ et al., 1978). Com graus de umidade acima de 25%, o processo de respiração das sementes é ativado, resultando em consumo de suas reservas (KRZYZANOWSKI, 2004).

As sucessivas expansões e contrações do volume de sementes ocasionam a formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo, cujas lesões bastante peculiares são nitidamente observadas por meio do teste

de tetrazólio (FRANÇA NETO et al., 1998). Além disso, ocorre o desgaste físico dos tecidos, que pode resultar em ruptura do tegumento e dos tecidos embrionários, o que compromete o controle de permeabilidade das membranas aos níveis celular e sub-celular. Organelas, como as mitocôndrias, são particularmente afetadas por tal processo, havendo menor produção de energia (ATP – adenosina trifosfato) necessária para a germinação. Como consequência, os tecidos embrionários, nas regiões próximas ao tegumento, são danificados pela formação das rugas, o que resulta em redução na germinação e no vigor e em aumentos nos percentuais de plântulas anormais e infectadas e de sementes mortas (KRZYZANOWSKI, 2004).

2.3 Evolução dos danos durante o armazenamento

A deterioração pode ser definida como um processo degenerativo contínuo que envolve mudanças citológicas, bioquímicas e físicas que promovem o decréscimo do potencial fisiológico da semente, com consequente piora do desempenho pós-semeadura, com redução da porcentagem, velocidade e uniformidade de emergência de plântulas. A dimensão das mudanças que ocorrem neste processo depende, especialmente, do período e das condições de armazenamento (MARCOS-FILHO, 2005).

A qualidade da semente obtida no campo e depois de passar pelas operações de secagem e de beneficiamento deve ser mantida no ambiente de armazenamento até a próxima semeadura. As condições de ambiente favoráveis à conservação da qualidade da semente são temperaturas menores que 25°C e umidade relativa do ar ao redor de 70% durante o período de armazenamento (EMBRAPA, 2011).

O armazenamento em condições adversas resulta na redução do potencial fisiológico das sementes. A deterioração das sementes no armazenamento é um fenômeno cumulativo, reduzindo o vigor mais rapidamente do que a viabilidade (WILSON JR., 1994). Como a qualidade das sementes se faz no campo e não pode ser melhorada nem em condições ideais de armazenamento, é importante o manejo correto e eficiente das condições ambientais do local de armazenagem (BAUDET, 2003).

Os fatores que mais influenciam a viabilidade e o vigor de sementes durante o armazenamento, segundo Dhingra (1985) e Carvalho e Nakagawa (2012), são o teor de água da semente, a temperatura e a umidade relativa do ar.

Forti et al. (2010) e Moreano et al. (2011) observaram que houve evolução dos danos por umidade e, conseqüentemente, diminuição do potencial fisiológico durante o período de armazenamento de sementes de soja. Dan et al. (2010) também observaram que sementes de soja tratadas com inseticidas tem sua qualidade fisiológica reduzida com o prolongamento do armazenamento. Krohn e Malavasi (2004) e Zorato e Henning (2001) não observaram influência negativa dos tratamentos antecipados com fungicidas na qualidade das sementes.

2.4 Beneficiamento de sementes

A qualidade do produto final (sementes) é diretamente proporcional à habilidade do beneficiador em remover o material inerte, sementes de plantas daninhas e sementes de outras culturas, assim como evitar mistura mecânica com outras cultivares indistinguíveis. Esta habilidade do beneficiador para prestar estes serviços depende da disponibilidade da combinação adequada do equipamento de limpeza e separação, pela disposição das máquinas na Unidade de Beneficiamento de Sementes, bem como da perícia e técnica do operador (WELCH, 1973).

O conjunto ou seqüência de máquinas depende da espécie de semente que está sendo beneficiada, da natureza e da espécie de impurezas, da quantidade de cada componente no lote e dos padrões de sementes que deverão ser obedecidos (VAUGHAN et al., 1976). Geralmente, para o beneficiamento de sementes de soja, utilizam-se os seguintes equipamentos: máquina de pré-limpeza, secador, máquina de ar e peneiras (máquina de limpeza), separador em espiral, padronizadora por tamanho e mesa de gravidade (FRANÇA NETO et al., 2007).

O trajeto das sementes colhidas e enviadas a uma UBS inicia-se com a entrada das sementes pelas moegas, passando em seguida por uma máquina de pré-limpeza, visando a retirada de impurezas grosseiras e menores que as

mesmas. Caso haja necessidade de reduzir o grau de umidade das sementes, estas devem ser enviadas a um secador. Após secas, as sementes seguem para a máquina de ar e peneiras (MAP) ou máquina de limpeza, que tem como base a separação de acordo com diferenças de tamanho (largura e espessura) e a massa específica das sementes e do material indesejável (VAUGHAN et al., 1976). A máquina de ar e peneiras tem como função completar o processo de remoção de resíduos próximos da boa semente e, para isso, existem peneiras planas cuja função é limitar o tamanho superior de classificação da semente de soja. O sistema de separação por ar da MAP deve ser bem ajustado para remover toda a impureza leve, pois caso isto não ocorra, poderá haver acúmulo de palha no centro dos separadores em espiral, o que comprometerá a função desse equipamento (FRANÇA NETO et al., 2007).

Após passar pela MAP, as sementes seguem para o separador em espiral que consiste de uma ou mais lâminas de metal, espiraladas ao redor de um único eixo central disposto verticalmente. Este equipamento separa as sementes de acordo com a sua forma, densidade e capacidade de rolar (VAUGHAN et al., 1976).

Após saírem das espirais as sementes seguem para a padronizadora por tamanho, equipamento de peneiras planas de furos circulares que classifica a semente por tamanho, podendo classificar sementes de soja com intervalos de 0,5 mm. Este processo visa aprimorar a precisão da operação de semeadura e a obtenção de população correta de plantas na lavoura. A semente padronizada por tamanho passará pela mesa densimétrica, que completará a limpeza física e separará a semente menos densa e, portanto, de menor vigor.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE SEMENTES. **Anuário**. Brasília. 2012, 96p.
- BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. 414p.
- BICCA, F.M.; BAUDET, L.; JAIMEZIMMER, G. Separação de sementes manchadas de lotes de sementes de arroz, utilizando a mesa de gravidade e sua influência na qualidade sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.106-111, 1998.
- CAPELETI, I.; FERRARESE, M.L.L.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FERRARESE-FILHO, O. A new procedure for quantification of lignin in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed coat and their relationship with the resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.33, n.2, p.511-515, 2005.
- CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. The pendulum test for screening soybean genotypes for seeds resistant to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.2, p.331-339, 1995.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CORRÊA-FERREIRA, B.S. Suscetibilidade da soja a percevejos na fase anterior ao desenvolvimento das vagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.11, p.1067-1072, 2005.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 15p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 67).

CORSO, I.C. **Relação entre o efeito associado de percevejos e fungos na produção e de sementes de soja, bem como transmissão de moléstias.** 1977. 86p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.

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, N.P.; PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento ecológico do estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.12-19, 1994.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; BRACCINI, A.L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.2, p.131-139, 2010.

DEPIERI, R.A. **Danos em sementes de soja *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae), morfologia dos estiletes e enzimas salivares de pentatomídeos fitófagos.** 2010. 104 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

DHINGRA, O.D. Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.7, n.1, p.139-145, 1985.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja**: Região Central do Brasil – 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261p. (Sistemas de Produção 15).

FORTI, V.A.; CICERO, S.M.; PINTO, T.L.F. Avaliação da evolução dos danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio-x e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.3, p.123-133, 2010.

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

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

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da Produção de sementes de soja de alta qualidade – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 11p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 40).

HAMMER E.; HAMMER E. Produção de Sementes requer planejamento. **Seed News**, Pelotas, Ano VII, n.4, p.25-26, 2003.

KROHN, N.G.; MALAVASI, M.M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26. n.2, p.91-97, 2004.

KRZYZANOWSKI, F.C., Desafios Tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: World Soybean Research Conference, 7; International Soybean Processing and Utilization Conference, 4.; Congresso Brasileiro de Soja, 3.; 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004.p.1324-1335. Editado por Flávio Moscardi, Clara

Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerain, Francisco Carlos Krzyzanowski, Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

KRZYZANOWSKI, F.C. Semente não é custo e sim investimento. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.19, n.1, p.6-8, 2009.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 7p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 55).

MANTOVANI, B.H.M.; FONTES, R.A. **Secagem e armazenamento de milho**. Campinas, Fundação Cargill, 1989, 35p. (Boletim técnico, 2).

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MONDRAGON, R.L.; POTTS, H.C. Field deterioration of soybean as affected by environment. **Proceedings of Association of Official Seed Analysts**, Lincoln, v.64, p.63-71, 1974.

MOREANO, T.B.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; MARQUES, O.J. Changes in the effects of weathering and mechanical damage on soybean seed during storage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.39, n.3, p.604-611, 2011.

OBANDO-FLOR, E.P.; 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. 68-76, 2004.

OLIVEIRA, A.; SADER, R.; KRZYZANOWSKI, F.C. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.59-66, 1999.

PAIVA, L.E.; MEDEIROS, S.F.; FRAGA, A.C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecânicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciencia Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.4, p.846-856, 2000.

PANIZZI, A.R.; SMITH, J.G.; PEREIRA, L.A.G.; YAMASHITA, J. Efeito dos danos de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., 1978, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa-CNPSO, 1979. v.2, p.59-78.

PESKE, S.T.; HAMER, E. Colheita de sementes de soja com alto grau de umidade. II – Qualidade Fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.66-70, 1997.

PESKE, S.T.; BAUDET, L. **Treinamento em beneficiamento de sementes para encarregados de UBS da Coopervale**. Abelardo Luz: Coopervale, 2003. 45p.

QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; YAMASHITA, J. **Recomendações técnicas para a colheita da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1978. 32p.

SILVA, M.T.B. da; RUEDELL, J. Ocorrência de percevejos fitófagos da família pentatomidae em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n.65, p.4-6, 1983.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Trad. por Charles Lingerfelt e Francisco Ferraz de Toledo. Brasília: Agiplan, 1976. 195p.

WELCH, G.B. **Beneficiamento de Sementes no Brasil**. Publicado sob o Contrato AID/1ª 165 entre a Agência Norte Americana para o Desenvolvimento Internacional e a Universidade do Estado do Mississippi como atividade do Projeto IV.3 – Apoio ao Plano Nacional de Sementes do Ministério da Agricultura do Brasil. Fevereiro, 1973. 205 p.

WILSON JR., D.O. The storage of orthodox seeds. In: BASRA, A.S. (Ed.). **Seed quality**: basic mechanisms and agricultural implications. New York: Food Products Press, 1994. p.173-207.

ZORATO, M.F.; HENNING, A.A. Influência de tratamentos fungicidas antecipados, aplicados em diferentes épocas de armazenamento, sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.236-244, 2001.

CAPÍTULO 1

EVOLUÇÃO DAS QUALIDADES FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA DURANTE O BENEFICIAMENTO

RESUMO. O beneficiamento de sementes tem uma importância fundamental na melhoria das qualidades física e fisiológica de lotes de sementes, pois além de melhorar as características físicas pela eliminação de materiais inertes, sementes de plantas daninhas e sementes fora de padrão, também permite o incremento de sua qualidade fisiológica. As características iniciais do lote podem variar muito, dependendo da cultivar estudada e das condições climáticas do ano agrícola. Em função destas variações, o objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução das características físicas e fisiológicas das sementes de várias cultivares de soja ao longo da linha de beneficiamento. Para tanto, foram retiradas amostras de seis cultivares de soja, à medida que a massa de sementes passava por cada máquina de processamento, totalizando 15 pontos de amostragem: 1) silo; 2) entrada da máquina de limpeza; 3) saída da máquina de limpeza; 4) entrada no separador em espiral; 5) saída do separador em espiral/entrada no padronizador; 6) saída do padronizador (tamanho 6,5 mm); 7) saída do padronizador (tamanho 5,5 mm); 8) entrada na mesa densimétrica (tamanho 6,5 mm); 9) entrada na mesa densimétrica (tamanho 5,5 mm); 10) saída da mesa densimétrica (tamanho 6,5 mm); 11) saída da mesa densimétrica (tamanho 5,5 mm); 12) caixa de espera (tamanho 6,5 mm); 13) caixa de espera (tamanho 5,5 mm); 14) ensaque (tamanho 6,5 mm); e 15) ensaque (tamanho 5,5 mm). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 15 x 6 (15 pontos de amostragem x 6 cultivares), com 10 repetições. A qualidade fisiológica da semente foi avaliada pelas seguintes variáveis: 1) germinação; 2) vigor no envelhecimento acelerado; 3) viabilidade pelo teste de tetrazólio (TZ) classes 1 a 5; 4) vigor (TZ) classes 1 a 3; 5) deterioração por umidade (TZ) classe 3; 6) danos mecânicos totais (TZ) classes de 1 a 8; e 7) danos causados por percevejos (TZ) classes de 1 a 8. Também foram

avaliadas as características físicas: 1) grau de umidade; 2) porcentual de impureza; 3) massa específica aparente; e 4) massa de 1.000 sementes. Os resultados obtidos permitiram concluir que o beneficiamento melhora as qualidades física e fisiológica de sementes de soja e que a sua eficiência acentua-se nas sementes de qualidade mediana. O sistema de transporte (elevadores e correias transportadoras), desde que bem selecionado no projeto e com velocidade de transporte dentro das especificações para semente, que é de 45 metros por minuto, não interfere no incremento de danos mecânicos às sementes. As sementes com danos mecânicos tendem a se concentrar nos tamanhos maiores e as que apresentam danos causados por percevejos nos tamanhos menores. As sementes com deterioração por umidade não são eliminadas em nenhuma etapa da linha de beneficiamento. A mesa densimétrica tem um papel primordial na melhoria dos atributos físicos e fisiológicos do lote de sementes por permitir o descarte de sementes de menor densidade e pela eliminação de sementes com danos mecânicos e danos por percevejos.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, germinação, vigor, dano mecânico, dano por percevejo, deterioração por umidade.

EVOLUTION OF PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL QUALITIES OF SOYBEAN SEEDS DURING PROCESSING

ABSTRACT. Seed processing has an essential importance on the improvement of the physical and physiological qualities of the seed. Besides it improves the physical characteristics of a given seed lot by eliminating inert materials, weed seeds and non-standardized seeds, it also allows the increment of the seed physiological quality. Seed lot initial characteristics can vary depending on the cultivar studied as well as on the weather conditions of the crop season. The aim of this research was to evaluate the physical and physiological characteristics of some soybean seed cultivars in samples collected along the processing chain. For that, seed samples of six different soybean cultivars were collected as the mass of seeds was passing through each processing machine totaling 15 sampling sites as follow: 1) bin; 2) entry of the air-screen machine; 3) exit of the air-screen machine; 4) entry of the spiral separator; 5) exit of the spiral separator and entry of the size grader; 6) exit of the size grader (size 6.5 mm); 7) exit of the size grader (size 5.5 mm); 8) entry of the gravity separator (size 6.5 mm); 9) entry of the gravity separator (size 5.5 mm); 10) exit of the gravity separator (size 6.5 mm); 11) exit of the gravity separator (size 5.5 mm); 12) holding bin (size 6.5 mm); 13) holding bin (size 5.5 mm); 14) bagging scale (size 6.5 mm); and 15) bagging scale (size 5.5 mm). A completely randomized experimental design, with the treatments arranged into a 15 x 6 factorial scheme (15 sampling sites x six cultivars), with 10 replications was used. The variables used as base for evaluating the physiological quality were: 1) germination; 2) vigor in the accelerated aging test; 3) seed viability by tetrazolium test (TZ) classes from 1 to 5; 4) seed vigor by (TZ) classes from 1 to 3; 5) weathering damages (TZ) class 3; 6) total mechanical damages (TZ) classes from 1 to 8; and 7) total stink bug damages (TZ) classes from 1 to 8. The following physical characteristics were also evaluated: 1) moisture content; 2) percent impurities; 3) apparent specific mass; and 4) weight of 1,000 seeds. Results allow concluding that the processing improves the physical and physiological qualities of soybean seeds and that its efficiency is accentuated in median quality seeds. The conveying system (elevators and conveyor belts),

once well designed in the project and with transportation speed specifically for seeds, which is 45 meters per minute, does not interfere in the increment of mechanical damages to the seeds. Seeds with mechanical damages tend to concentrate at larger sizes and seeds presenting stink bugs damages tend to concentrate at smaller sizes. Seeds presenting weathering damages are not eliminated in whatever processing step. The gravity separator has an essential role on improvement of physical and physiological attributes of seed lots, by allowing lower density seeds to be discarded and by removing seeds with mechanical and stink bug damages.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill, germination, vigor, mechanical damage, stink bug damage, weathering damage.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de semente de cultivares melhoradas, com alto potencial produtivo e com características agronômicas e industriais desejáveis, é a base da agricultura moderna e tecnificada. Com esse avanço decorrente do melhoramento genético aliado a técnicas de manejo adequado, tem-se obtido plantas mais produtivas e reduziu-se a densidade de semeadura de algumas espécies e cultivares. Kolchinski et al. (2005), trabalhando com diferentes combinações de distribuição de sementes de soja de alto e baixo vigor na linha de semeadura, encontraram rendimentos produtivos até 30% superiores para as plantas oriundas de sementes de alto vigor.

Os procedimentos fundamentais para a produção de sementes de alta qualidade incluem a escolha da região produtora, considerando aspectos agronômicos, estruturais e comerciais; a seleção das áreas destinadas à produção (isolamento, sanidade, presença de invasoras, localização e acesso, topografia, características de solo e clima); o estabelecimento de plano de sucessão de culturas; a origem e a qualidade das sementes básicas; o manejo da área (sistema de preparo do solo, época e cuidados durante a semeadura, adequação dos tratos culturais); as inspeções e erradicação de plantas indesejáveis; o controle de insetos e doenças; a colheita, a secagem e o beneficiamento; as condições de armazenamento e transporte do produto; o estabelecimento de programa integrado de controle de qualidade durante todas as etapas de produção (MARCOS-FILHO, 2005).

A semente de soja, para ser considerada de alta qualidade deve ter características fisiológicas e sanitárias, tais como altas taxas de germinação e vigor, de sanidade, bem como garantia de purezas física e varietal, e não conter sementes de plantas daninhas. Esses fatores respondem pelo desempenho da semente no campo, culminando com o estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto fundamental que contribui para que sejam alcançados níveis elevados de produtividade (KRZYZANOWSKI, 2004).

São diversos os fatores que podem afetar a qualidade das sementes de soja. França Neto et al. (2007) citam que a deterioração de campo, que

ocasiona o dano por umidade na semente, é um fator que afeta negativamente a qualidade fisiológica das sementes. Este dano é oriundo das oscilações de umidade decorrentes de chuvas, neblina e orvalho, principalmente quando associadas a altas temperaturas, provocando sucessivas hidratações e desidratações do tegumento.

Também, os percevejos fitófagos representam um dos grupos mais importantes de insetos-pragas na cultura da soja. Por se alimentarem diretamente das vagens, atingem os grãos, afetando seriamente o rendimento, a qualidade fisiológica e sanitária da semente (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009).

Outro fator de prejuízo à qualidade da semente de soja é a injúria mecânica. A injúria mecânica é causada por choques e/ou abrasões das sementes contra superfícies duras ou contra outras sementes, resultando em sementes quebradas, trincadas, fragmentadas, arranhadas e inteiramente danificadas. Não só o aspecto físico da semente é atingido, pois as sementes mecanicamente danificadas dificultam as operações de beneficiamento e apresentam menor germinação e vigor (DELOUCHE, 1967). Ainda, segundo o autor, qualquer equipamento usado no manuseio é fonte potencial de danos mecânicos e de contaminação. Os transportadores, elevadores e outros equipamentos usados para movimentar sementes, desde a colheita, beneficiamento e embalagem, podem ter forte influência na qualidade da semente.

Com a elevação do grau tecnológico do agricultor e, por conseguinte, por uma exigência em sementes de melhor qualidade, as empresas produtoras buscam a cada ano a obtenção de sementes com melhores qualidades genética, física, fisiológica e sanitária (DESCHAMPS, 2005).

A qualidade do lote de sementes é consolidada somente após seu beneficiamento, que compreende todas as etapas pelas quais as sementes passam até ficarem prontas para o armazenamento e, posteriormente, para a semeadura. O beneficiamento dos lotes de sementes após a colheita ocorre na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) e seu planejamento deve seguir procedimentos adequados que permitam aos produtores de sementes ficarem com seu produto pronto na hora certa, na quantidade necessária e com a qualidade desejada (PESKE, 1981).

Assim, este estudo teve por objetivo avaliar o efeito do beneficiamento nas qualidades física e fisiológica de lotes de sementes de soja, antes e depois de cada equipamento e sistema de transporte, durante o seu fluxo em uma UBS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

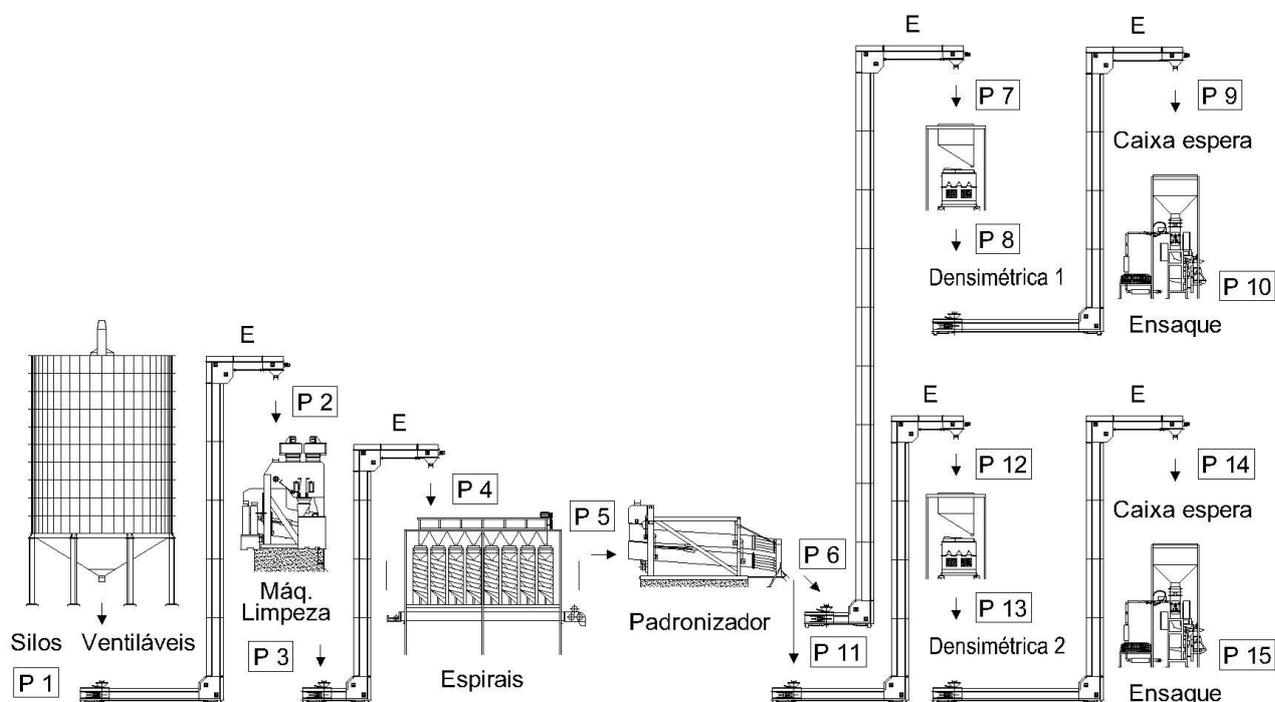
2.1 Instalação e condução do experimento

As avaliações do presente experimento foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade da Cocari em Faxinal, Estado do Paraná, e no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Embrapa Soja, em Londrina, Estado do Paraná, durante o ano de 2010.

As amostras coletadas foram retiradas no decorrer do beneficiamento de sementes de soja, conduzido na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Cocari – Cooperativa Agropecuária e Industrial, em Faxinal, Estado do Paraná, localizada a uma altitude de 840 m, latitude 24°00'01" S e longitude 51°19'10" W.

As sementes utilizadas foram todas de cultivares precoces e semiprecoces, colhidas entre os meses de fevereiro e março de 2010, ou seja: BRS 232, BRS 184, BRS 282, NK 7059 RR, BMX Potência RR e FT Campo Mourão RR.

Foram coletadas amostras das referidas cultivares durante a passagem da massa de sementes em cada uma das máquinas de beneficiamento, sendo tomadas amostras antes e depois de cada máquina. Foram retiradas 10 repetições de 1 kg de cada ponto, que tornaram-se as amostras de trabalho. A retirada das repetições de um mesmo ponto apresentou intervalo de um minuto entre elas. Quando havia um elevador de transporte de sementes entre uma máquina e outra, as amostras eram retiradas antes e depois do elevador, para avaliar se o mesmo ocasionou algum tipo de dano às sementes, conforme ilustra a Figura 1. O início da tomada de amostras foi a partir da semente seca, armazenada em um silo aerado.



Pontos amostrados	Etapas do beneficiamento
P 1	Silo ventilável de madeira (Marca Silomax, modelo SVR-5366)
P 2	Entrada Máquina de Limpeza (Marca Silomax, modelo MLSX-30)
P 3	Saída Máquina de Limpeza
P 4	Entrada Separador em Espiral (Marca Rota, modelo Rota II)
P 5	Saída Separador em Espiral / Entrada Padronizador
P 6	Saída Padronizador peneira 6,5 mm (Marca Silomax, modelo SXP-4X4)
P 7	Entrada Densimétrica tamanho 6,5 mm (Marca Silomax, modelo SDS-80)
P 8	Saída Densimétrica tamanho 6,5 mm
P 9	Caixa de Espera tamanho 6,5 mm
P 10	Ensaque tamanho 6,5 mm
P 11	Saída Padronizador peneira 5,5 mm
P 12	Entrada Densimétrica tamanho 5,5 mm (Marca Silomax, modelo SDS-80)
P 13	Saída Densimétrica tamanho 5,5 mm
P 14	Caixa de Espera tamanho 5,5 mm
P 15	Ensaque tamanho 5,5 mm
E	Elevador de corrente (Marca Silomax, modelo SXE-10 Flex-Max)

Figura 1 – Esquema dos pontos amostrados nas etapas do beneficiamento de sementes de soja na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Cocari. Faxinal, Estado do Paraná, 2010.

2.2 Características analisadas

A qualidade fisiológica da semente foi avaliada por meio dos seguintes testes:

2.2.1 Teste de germinação

Este teste foi conduzido com oito subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, colocadas para germinar entre três folhas de papel toalha do tipo “Germitest” umedecidas com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Foram confeccionados rolos, os quais foram levados para um germinador do tipo Mangelsdorf regulado para manter a temperatura constante de 25 ± 1 °C. A percentagem de plântulas normais foi avaliada no oitavo dia após o início do teste, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

2.2.2 Envelhecimento acelerado

O teste foi conduzido em caixas plásticas (tipo “gerbox”), contendo 40 mL de água no fundo e uma camada uniforme de sementes dispostas sobre a superfície da tela interna, mantidas em incubadora a 41 °C, por 48 horas (KRZYZANOWSKI et al., 1991). A incubadora utilizada foi uma câmara jaquetada de água (water jacket incubator) modelo 3015 marca VWR/USA. Após o período de envelhecimento, quatro subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição foram submetidas ao teste de germinação. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.2.3 Teste de Tetrazólio

O teste foi conduzido com duas subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, pré-condicionadas em papel “Germitest” umedecido com água destilada por um período de 16 horas, em germinador com temperatura ajustada para 25 °C. Após este período, as sementes foram

transferidas para copos plásticos, com volume de 50 mL, sendo totalmente submersas em solução de tetrazólio (2-3-5, trifenil cloreto de tetrazólio), à concentração de 0,075%, e mantidas à temperatura de 40 °C por, aproximadamente, 150 minutos no interior de uma câmara de germinação na ausência de luz. Após o processo de coloração, as sementes foram lavadas com água corrente e mantidas submersas até o momento da avaliação em refrigerador. Posteriormente, as sementes foram avaliadas individualmente, seccionando-as longitudinalmente e simetricamente, com o auxílio de lâmina de bisturi e classificadas de acordo com os critérios propostos por França Neto et al. (1998). A viabilidade foi representada pela soma das porcentagens das sementes pertencentes às classes de 1 a 5; o nível de vigor, pelas classes de 1 a 3. A soma de um tipo de dano nas classes 1 a 8 indica o total de danos que a semente sofreu e a soma das classes 6 a 8 indica a perda de viabilidade por aquele dano. A soma dos danos na classe 3 apresenta as sementes que se encontram no último nível de alto vigor. Em todos os casos foram caracterizadas as causas da perda da qualidade fisiológica das sementes: danos mecânicos (classes 1-8), danos por umidade (classe 3) e danos provocados por percevejos (classes 1-8). Os potenciais de vigor, viabilidade e demais tipos de danos foram expressos em porcentagem.

A qualidade física das sementes foi avaliada por meio dos seguintes testes:

2.2.4 Determinação do grau de umidade

Realizada pelo método expedito Dickey-John, com o equipamento GAC 2100 da Agrosystem, de acordo com as instruções do fabricante e utilizando-se duas subamostras para cada amostra (BRASIL, 2009).

2.2.5 Análise de pureza

Foram usados 500 g de sementes, para determinações referentes ao componente “sementes puras” conforme as prescrições das Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

2.2.6 Massa específica aparente

Realizada pelo método expedito Dickey-John, com o equipamento GAC 2100 da Agrosystem, de acordo com as instruções do fabricante e utilizando-se duas subamostras para cada amostra (BRASIL, 2009).

2.2.7 Massa de mil sementes

Foram usadas 8 repetições de 100 sementes provenientes da porção “sementes puras”, conforme as prescrições das Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

2.3 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (15 x 6), sendo 15 pontos de beneficiamento e 6 cultivares, com 10 repetições. O tamanho da unidade experimental foi de 1,0 kg de semente acondicionadas em sacos de papel multifoliado. As cultivares de soja avaliadas foram as seguintes: BRS 232, BRS 184, BRS 282, NK 7059 RR, BMX Potência RR e FT Campo Mourão RR.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual e realizados os desdobramentos necessários.

Os resumos das análises de variância são apresentados nos Quadros 2A a 12A.

As médias foram submetidas ao teste de agrupamento de Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974), em nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa de análise estatística Sisvar (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação das análises fisiológicas

Os resultados do teste de germinação (Quadro 1) e de viabilidade e vigor no teste de tetrazólio, apresentados nos Quadros 2, 3 e 4, indicaram que houve uma melhora do índices destes testes para todas as cultivares, ao longo do beneficiamento. Apenas na cultivar BRS 282, o índice de germinação não apresentou melhora, pois a qualidade inicial desta cultivar se apresentava bastante alta (92,7%) e manteve-se neste patamar. Estes resultados coincidem com os dados encontrados por Fessel et al. (2003), que confirmaram que o beneficiamento melhora a germinação, o vigor e a sanidade de sementes de milho. Para as cultivares com índices iniciais de germinação mais baixos (NK 7059 RR = 73,7% e BMX Potência RR = 78,1%), o incremento na germinação foi ainda mais significativo. A cultivar NK 7059 RR terminou o beneficiamento com valores de germinação de 87,4% nas sementes de tamanho 6,5 mm e 90,10% nas de tamanho 5,5 mm. A cultivar BMX Potência RR terminou o beneficiamento com germinação de 92,1% nas sementes de tamanho 6,5 mm e 91,9% nas de tamanho 5,5 mm. Isso demonstra que o beneficiamento pode ser especialmente benéfico para aqueles lotes de sementes que apresentam qualidade fisiológica intermediária, o que pode ser incrementado ao longo do processo. Estes resultados coincidem com os apresentados por Baudet e Misra (1991) que, trabalhando com sementes de milho, observaram que quando lotes de sementes de qualidade inicial alta foram beneficiados em mesa densimétrica, somente aumentos marginais foram obtidos em relação a lotes de qualidade intermediária.

Quadro 1 – Porcentagens médias obtidas no teste de germinação realizado em seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal – Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMX Potência RR
Silo	84,70 cC	92,70 aA	84,20 cD	88,00 bD	73,70 eE	78,10 dE
Entrada ML	84,80 cC	91,40 aB	84,70 cD	88,10 bD	77,90 dD	82,80 cD
Saída ML	85,50 cC	90,20 aB	88,10 bC	90,80 aC	83,30 dC	83,30 dD
Entrada Espiral	88,40 bB	89,00 bB	87,40 bC	91,30 aC	87,80 bA	84,80 cC
Saída Espiral	86,90 bC	91,10 aB	85,70 bD	89,40 aD	85,90 bB	86,10 bC
Saída Padronizador p.6,5	84,30 cC	90,80 aB	88,80 bB	92,20 aA	86,80 bA	87,80 bB
Entrada Densimétrica p.6,5	85,20 cC	91,90 aB	88,90 bC	88,10 bD	83,60 cC	88,50 bB
Saída Densimétrica p.6,5	92,50 aA	93,30 aA	93,80 aA	91,50 bC	85,60 cB	90,20 bA
Caixa de Espera p.6,5	91,10 bA	93,60 aA	94,60 aA	94,50 aA	87,60 cA	90,90 bA
Ensaque p.6,5	90,80 bA	90,60 bB	92,00 bB	95,00 aA	87,40 cA	92,10 bA
Saída Padronizador p.5,5	85,10 bC	91,30 aB	87,30 bC	91,50 aC	85,30 bB	89,60 aB
Entrada Densimétrica p.5,5	85,00 cC	92,60 aA	91,40 aB	89,70 bD	83,10 cC	89,00 bB
Saída Densimétrica p.5,5	88,40 cB	95,40 aA	95,20 aA	96,30 aA	87,70 cA	90,80 bA
Caixa de Espera p.5,5	90,20 bA	93,90 aA	94,20 aA	94,20 aA	88,20 cA	90,60 bA
Ensaque p.5,5	88,80 bB	90,80 bB	92,40 aB	92,80 aB	90,10 bA	91,90 aA
CV (%)	2,72					
Média geral (%)	88,92					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

Para todas as cultivares analisadas (Quadro 1), o incremento no índice de germinação foi acentuando ao longo de todo o processo, porém passou a apresentar uma melhora significativa e constante a partir da passagem das sementes pelas mesas densimétricas para ambos tamanhos. Ocorreu uma leve variação nos resultados a partir da saída da mesa densimétrica, pois as amostras são retiradas em fluxo contínuo de uma caixa em que existem sementes oriundas de tempos diferentes de processamento, o que pode interferir de modo significativo nos resultados do lote.

A análise dos resultados de viabilidade das sementes no teste de tetrazólio (Quadro 2) indicou incremento para todas as cultivares estudadas ao longo do beneficiamento, excetuando-se as da cultivar BMX Potência RR. Para todas as demais, o resultado de viabilidade indicou que a sequência de beneficiamento contribui positivamente para a melhoria das características desejáveis em uma semente de alta qualidade.

Quadro 2 – Porcentagens médias dos resultados de viabilidade (TZ 1-5) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMX Potência RR
Silo	86,60 bB	92,30 aB	90,50 aB	84,50 bC	80,00 cC	85,80 bB
Entrada ML	86,10 cB	93,20 aB	88,10 bB	83,80 cC	81,70 cC	83,80 cB
Saída ML	85,60 bB	92,00 aB	89,50 aB	86,60 bC	85,50 bB	85,10 bB
Entrada Espiral	82,90 bB	90,70 aB	89,70 aB	86,10 bC	83,40 bC	85,40 bB
Saída Espiral	86,30 bB	91,10 aB	89,60 aB	89,20 aB	82,70 bC	85,70 bB
Saída Padronizador p.6,5	86,40 bB	92,70 aB	92,60 aA	88,60 bB	86,20 bB	85,60 bB
Entrada Densimétrica p.6,5	88,70 bB	93,00 aB	92,60 aA	88,50 bB	85,10 cB	85,20 cB
Saída Densimétrica p.6,5	93,40 aA	95,80 aA	94,40 aA	91,90 bA	85,70 cB	90,70 bA
Caixa de Espera p.6,5	90,40 bA	94,70 aA	94,20 aA	90,00 bB	86,60 cB	87,40 cB
Ensaque p.6,5	92,00 bA	95,90 aA	92,40 bA	91,50 bA	89,40 cA	86,60 cB
Saída Padronizador p.5,5	86,20 bB	93,60 aB	91,30 aB	86,80 bC	84,60 bC	87,00 bB
Entrada Densimétrica p.5,5	88,50 bB	93,80 aB	93,80 aA	90,60 aB	86,30 bB	87,20 bB
Saída Densimétrica p.5,5	92,60 bA	96,50 aA	92,70 bA	92,20 bA	88,00 cA	90,00 cA
Caixa de Espera p.5,5	91,30 bA	95,60 aA	95,20 aA	92,40 aA	89,20 bA	89,80 bA
Ensaque p.5,5	91,30 bA	94,50 aA	93,50 aA	93,20 aA	90,90 bA	87,70 cB
CV (%)	4,20					
Média geral (%)	89,31					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

Os resultados do potencial de vigor das sementes pelo teste de tetrazólio (Quadro 3) melhoraram em todas as cultivares ao longo do beneficiamento, variando o momento em que ocorre esta melhoria. A cultivar CD 202 tamanho 6,5 mm apresentou incremento no índice de vigor das sementes após a passagem pela máquina espiral. Este resultado coincide com a redução dos danos por percevejo (TZ 1-8) neste ponto de amostragem (Quadro 6), indicando uma melhoria neste momento devido à redução do nível de danos por percevejos. Hesse e Peske (1981), trabalhando com soja, também verificaram que o uso do separador em espiral melhorava a qualidade fisiológica das sementes testadas. Houve incremento de vigor para as sementes das cultivares BRS 232 e NK 7059 RR em ambos tamanhos e para FT Campo Mourão RR P-6,5 e BMX Potência RR P-5,5, após a passagem das sementes pelo padronizador; e nas demais cultivares após a passagem pelas mesas densimétricas. Isto demonstra a importância dos diversos equipamentos na melhoria da qualidade física e fisiológica das sementes.

Quadro 3 – Porcentagens médias dos resultados de vigor (TZ 1-3) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMXPotência RR
Silo	58,60 cB	78,90 aB	71,80 bB	63,10 cC	47,10 dC	69,90 bB
Entrada ML	58,00 dB	78,60 aB	67,50 bB	64,00 cC	56,20 dB	68,10 bB
Saída ML	59,30 cB	77,50 aB	70,10 bB	68,50 bB	61,30 cA	69,60 bB
Entrada Espiral	58,70 cB	76,90 aB	70,60 bB	68,20 bB	57,20 cB	67,90 bB
Saída Espiral	59,70 cB	78,30 aB	73,70 aA	68,90 bB	54,90 cB	70,00 bB
Saída Padronizador p.6,5	59,80 cB	79,70 aB	76,10 aA	70,60 bA	58,60 cB	69,30 bB
Entrada Densimétrica p.6,5	65,30 cA	80,10 aB	73,80 bA	70,70 bA	61,30 cA	70,80 bB
Saída Densimétrica p.6,5	71,90 bA	81,80 aA	77,60 aA	75,40 bA	62,60 cA	78,30 aA
Caixa de Espera p.6,5	69,60 cA	83,20 aA	76,10 bA	73,40 bA	63,50 dA	74,60 bA
Ensaque p.6,5	68,60 cA	86,30 aA	75,40 bA	74,80 bA	64,50 cA	72,40 bB
Saída Padronizador p.5,5	61,80 cB	79,00 aB	71,50 bB	69,10 bB	56,50 cB	70,90 bB
Entrada Densimétrica p.5,5	66,60 cA	79,30 aB	73,20 bA	74,00 bA	59,60 dA	73,20 bA
Saída Densimétrica p.5,5	70,60 cA	83,50 aA	74,40 bA	73,30 bA	62,40 dA	77,50 bA
Caixa de Espera p.5,5	71,30 cA	83,80 aA	75,80 bA	74,40 bA	64,50 dA	76,70 bA
Ensaque p.5,5	72,90 bA	81,90 aA	75,30 bA	74,40 bA	64,30 cA	75,90 bA
CV (%)	8,79					
Média geral (%)	70,30					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

O teste de envelhecimento acelerado (Quadro 4) apresentou-se menos sensível para identificar melhorias na qualidade fisiológica das sementes durante o fluxo de beneficiamento. Este teste apontou que a massa de sementes, nos primeiros estágios do beneficiamento (silo, entrada ML e saída ML) é mais heterogênea. Ligeiras oscilações que surgem nos resultados de qualidade fisiológica das sementes ao longo do beneficiamento podem ser oriundas do efeito de amostragem em fluxo contínuo. Situação semelhante foi encontrada por Ferreira e Sá (2010) em sementes de milho e Oliveira et al. (1999) em uma UBS de soja, quando a germinação das sementes amostradas apresentou queda nos resultados de amostras coletadas de pontos intermediários do beneficiamento.

Quadro 4 – Porcentagens médias obtidas no teste de envelhecimento acelerado realizado em seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMX Potência RR
Silo	58,10 cB	87,60 aA	65,80 bC	86,40 aA	51,50 dF	68,60 bA
Entrada ML	56,00 cC	84,90 aB	68,30 bB	85,90 aA	67,20 bE	67,40 bA
Saída ML	57,20 dB	87,20 aA	61,80 cD	86,50 aA	76,70 bB	63,20 cB
Entrada Espiral	61,00 eA	88,00 aA	65,90 dC	84,80 bA	81,70 cA	68,30 dA
Saída Espiral	59,90 dA	88,90 aA	65,70 cC	86,60 aA	77,90 bB	67,60 cA
Saída Padronizador p.6,5	61,30 dA	88,50 aA	61,40 dD	88,00 aA	70,10 bD	67,00 cA
Entrada Densimétrica p.6,5	60,50 cA	85,80 aB	61,30 cD	87,80 aA	72,70 bD	63,20 cB
Saída Densimétrica p.6,5	62,00 dA	88,10 aA	62,70 dD	89,90 aA	75,00 bC	67,00 cA
Caixa de Espera p.6,5	58,20 dB	89,00 aA	68,40 cB	89,10 aA	71,80 bD	67,80 cA
Ensaque p.6,5	58,50 dB	83,20 bB	65,00 dC	88,60 aA	72,80 cD	69,90 cA
Saída Padronizador p.5,5	53,90 eC	88,90 aA	69,10 bB	87,10 aA	66,10 cE	62,70 dB
Entrada Densimétrica p.5,5	59,10 dA	89,10 aA	72,60 bA	86,70 aA	74,70 bC	68,90 cA
Saída Densimétrica p.5,5	58,70 dB	89,80 aA	71,60 bA	88,40 aA	74,00 bC	66,40 cA
Caixa de Espera p.5,5	60,20 eA	88,90 aA	74,50 bA	87,20 aA	71,20 cD	66,40 dA
Ensaque p.5,5	61,80 eA	84,10 bB	72,80 cA	87,90 aA	70,70 cD	67,00 dA
CV (%)	4,43					
Média geral (%)	73,24					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

Com base nos resultados observados na Quadro 5, pode-se afirmar que os danos mecânicos nas sementes (TZ 1-8) concentraram-se no tamanho 6,5 mm para todas as cultivares estudadas. Dentre as cultivares, a BRS 232 foi a que mais apresentou dano mecânico em suas sementes, em parte por ter como característica sementes de maior tamanho e maior massa de mil sementes.

Quadro 5 – Porcentagens médias de danos mecânicos (TZ 1-8) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMX Potência RR
Silo	30,00 aB	16,50 cA	12,50 dB	21,90 bB	23,30 bA	18,10 cB
Entrada ML	33,90 aA	13,30 cA	15,30 cA	21,40 bB	18,20 bB	22,40 bA
Saída ML	31,50 aB	15,10 cA	12,30 cB	19,70 bB	14,80 cB	18,00 bB
Entrada Espiral	30,50 aB	14,50 cA	16,10 cA	24,50 bA	15,50 cB	16,80 cB
Saída Espiral	33,10 aA	14,20 cA	13,90 cB	22,30 bB	16,60 cB	19,30 bB
Saída Padronizador p.6,5	33,80 aA	14,80 dA	18,10 cA	25,30 bA	18,90 cB	21,40 cA
Entrada Densimétrica p.6,5	35,50 aA	14,70 cA	17,80 cA	22,00 bB	20,00 bA	21,70 bA
Saída Densimétrica p.6,5	29,10 aB	11,70 dA	17,70 cA	24,60 bA	18,10 cB	18,50 cB
Caixa de Espera p.6,5	27,30 aC	15,40 cA	19,40 cA	26,00 aA	22,80 bA	21,90 bA
Ensaque p.6,5	28,40 aC	13,70 cA	15,40 cA	21,80 bB	24,90 bA	23,10 bA
Saída Padronizador p.5,5	25,00 aC	13,90 cA	13,70 cB	23,40 aA	15,00 cB	19,80 bA
Entrada Densimétrica p.5,5	25,40 aC	13,10 cA	12,00 cB	20,30 bB	22,30 bA	20,40 bA
Saída Densimétrica p.5,5	22,10 aD	11,60 cA	15,20 cA	21,60 aB	18,20 bB	17,20 bB
Caixa de Espera p.5,5	25,60 aC	12,50 cA	16,10 cA	21,90 bB	20,60 bA	16,80 cB
Ensaque p.5,5	22,50 aD	13,40 bA	13,20 bB	20,90 aB	16,50 bB	16,10 bB
CV (%)	23,39					
Média geral (%)	19,84					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

Os danos mecânicos nas sementes foram reduzidos nos tamanhos 5,5 mm das cultivares BRS 232, FT Campo Mourão RR e BMX Potência RR a partir da passagem pela mesa densimétrica, o que indica um possível incremento na qualidade que este equipamento possa ocasionar às sementes. Estes resultados coincidem com os de Fessel et al. (2003), em que, após sementes de milho passarem pela mesa densimétrica, houve aumento na porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, melhor desempenho no teste de frio, no envelhecimento acelerado e no índice de velocidade de germinação.

Estes resultados também coincidem com os de França Neto et al. (2006) que, trabalhando com sementes de soja limpas e classificadas por tamanho, avaliaram a densidade e a qualidade fisiológica das mesmas ao passarem pela mesa de gravidade (CASP S120). Os referidos autores concluíram que este equipamento contribui efetivamente para a melhoria da viabilidade e do vigor do lote de sementes, pela redução dos índices de danos mecânicos. Isto confirma a importância da mesa de gravidade como máquina de acabamento final na linha de beneficiamento de semente de soja. Parde et al. (2002), trabalhando com sementes de seis cultivares de soja com diferentes graus de umidade iniciais em uma UBS, constataram que sementes de soja a 12% de umidade sofrem menos danos mecânicos que a sementes com graus de umidade mais baixos. Além disso, verificaram que a máquina de ar e peneiras e a mesa densimétrica melhoram o desempenho fisiológico das sementes.

Na UBS estudada, planejada conforme os ditames da tecnologia de sementes, não houve aumento de dano mecânico ao longo da linha de beneficiamento, o que indica que os equipamentos, elevadores e demais sistemas de transporte desta unidade não ocasionam danos mecânicos adicionais às sementes.

Resultados diferentes foram encontrados por Almeida et al. (2004) e Faccion (2011), ambos trabalhando em UBS's de sementes de feijão. Estes autores verificaram o incremento de danos mecânicos durante o beneficiamento, sendo cumulativos a cada etapa, o que afeta a qualidade fisiológica final das sementes. Oliveira et al. (1999) também encontraram danos mecânicos cumulativos e crescentes em uma UBS de soja. Faccion (2011) verificou incremento de mais de 100% na porcentagem de danos mecânicos da

etapa inicial à etapa final da UBS avaliada em seu experimento. Fessel et al. (2003) também verificaram aumento na porcentagem de dano mecânico, com efeito acumulativo ao longo das fases de beneficiamento de sementes de milho.

No Quadro 6, nas cultivares BRS 232, CD 202, FT Campo Mourão RR, NK 7059 RR, a máquina em espiral reduziu significativamente os danos por percevejos (DP 1-8) nas sementes classificadas na tamanho 6,5 mm. Na cultivar BRS 282 não houve redução deste tipo de dano, pois o índice de dano porpercevejo nas sementes dessa cultivar era bastante baixo. Em contrapartida, após a passagem das sementes pelo separador em espiral, os danos por percevejos nas tamanhos 5,5 mm reduziram apenas para a cultivar FT Campo Mourão RR; manteve-se igual nas sementes das cultivares BRS 282 e CD 202 e aumentou nas cultivares BRS 232, NK 7059 RR e BMX Potência RR, o que indica possível concentração deste tipo de dano nas tamanhos de menor calibre.

QUADRO 6 – Porcentagens médias de danos por percevejos (TZ 1-8) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMXPotência RR
Silo	15,60 bA	6,00 cA	23,20 aA	21,90 aA	25,20 aB	15,20 bB
Entrada ML	14,30 cB	9,00 dA	21,60 bA	19,10 bA	25,50 aB	15,30 cB
Saída ML	14,80 cA	6,40 dA	20,90 bA	22,50 aA	25,20 aB	19,10 bA
Entrada Espiral	15,10 bA	8,10 cA	18,10 bA	17,00 bB	25,10 aB	17,80 bA
Saída Espiral	13,80 cB	7,80 dA	20,00 bA	14,90 cB	25,40 aB	18,50 bA
Saída Padronizador p.6,5	14,20 bB	6,70 cA	16,30 bB	16,40 bB	22,50 aC	15,60 bB
Entrada Densimétrica p.6,5	12,30 bB	6,00 cA	14,60 bB	15,00 bB	19,20 aC	15,40 bB
Saída Densimétrica p.6,5	9,90 cB	7,80 cA	13,50 bB	12,60 bB	19,70 aC	13,20 bB
Caixa de Espera p.6,5	13,70 bB	6,40 cA	16,00 bB	14,50 bB	19,40 aC	12,10 bB
Ensaque p.6,5	13,80 bB	5,10 cA	14,40 bB	14,20 bB	19,50 aC	14,30 bB
Saída Padronizador p.5,5	20,30 bA	7,10 cA	20,00 bA	18,50 bA	30,70 aA	20,70 bA
Entrada Densimétrica p.5,5	16,40 aA	7,40 bA	18,20 aA	15,70 aB	19,30 aC	17,10 aA
Saída Densimétrica p.5,5	16,40 bA	7,40 cA	15,60 bB	16,80 bB	26,00 aB	18,30 bA
Caixa de Espera p.5,5	15,20 bA	6,20 cA	14,80 bB	17,60 bB	27,50 aB	18,10 bA
Ensaque p.5,5	16,00 bA	7,50 cA	17,90 bA	16,80 bB	29,20 aA	17,70 bA
CV (%)	26,65					
Média geral (%)	16,15					

Os resultados dos danos por umidade (TZ 3) nas sementes, indicados no Quadro 7, apresentaram-se sem alteração ao longo da linha de beneficiamento, com exceção da cultivar BRS 232. Por estes dados, pode-se inferir que não há máquina de beneficiamento que elimine ou diminua este tipo

de dano. O dano por umidade é um dano progressivo durante o armazenamento das sementes (MOREANO et al., 2011) e impossível de corrigir ou atenuar (ARANGO et al., 2006). Os índices de danos por umidade (TZ 3) iniciais encontrados nas sementes não são suficientes para diminuir a qualidade dos lotes, desde que os mesmos tenham uma boa condição de armazenagem. Moreano et al. (2011) trabalharam com sementes de soja, com danos por umidade (TZ 3) inicial semelhantes aos encontrados neste experimento e as enquadraram como de alto vigor.

Quadro 7 – Porcentagens médias da deterioração por umidade (TZ 3) obtidas pelo teste de tetrazólio em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMXPotência RR
Silo	30,30 bA	37,20 aA	34,30 aA	31,40 bA	26,90 cA	31,90 bA
Entrada ML	30,20 bA	36,20 aA	32,70 aA	34,50 aA	28,20 bA	30,80 bA
Saída ML	26,90 bB	36,30 aA	33,80 aA	32,80 aA	29,80 bA	32,30 aA
Entrada Espiral	29,60 bA	36,30 aA	35,00 aA	31,80 bA	29,70 bA	30,40 bA
Saída Espiral	33,20 bA	36,80 aA	33,10 bA	33,20 bA	28,60 cA	29,90 cA
Saída Padronizador p.6,5	30,60 bA	36,70 aA	33,90 aA	33,30 aA	28,50 bA	31,70 bA
Entrada Densimétrica p.6,5	30,80 bA	38,70 aA	34,10 bA	33,20 bA	30,00 bA	31,80 bA
Saída Densimétrica p.6,5	30,20 cA	40,10 aA	34,40 bA	34,70 bA	31,10 cA	34,40 bA
Caixa de Espera p.6,5	32,10 bA	38,50 aA	32,50 bA	34,30 bA	32,20 bA	31,60 bA
Ensaque p.6,5	30,50 bA	37,60 aA	35,30 aA	35,70 aA	29,80 bA	31,20 bA
Saída Padronizador p.5,5	26,50 cB	36,00 aA	32,70 aA	31,00 bA	27,60 cA	29,90 bA
Entrada Densimétrica p.5,5	27,80 cB	36,90 aA	32,50 bA	33,80 bA	29,50 cA	29,80 cA
Saída Densimétrica p.5,5	30,20 cA	39,20 aA	34,90 bA	33,20 bA	28,10 cA	29,90 cA
Caixa de Espera p.5,5	31,50 cA	37,50 aA	33,20 bA	33,70 bA	27,80 cA	29,30 cA
Ensaque p.5,5	29,10 cA	36,40 aA	33,10 bA	32,90 bA	27,70 cA	30,20 cA
CV (%)	11,47					
Média geral (%)	32,39					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

3.2 Avaliação das análises físicas

Avaliação do grau de umidade

Na Figura 2 são apresentados os resultados do grau de umidade das sementes de seis cultivares de soja, no decorrer do beneficiamento.

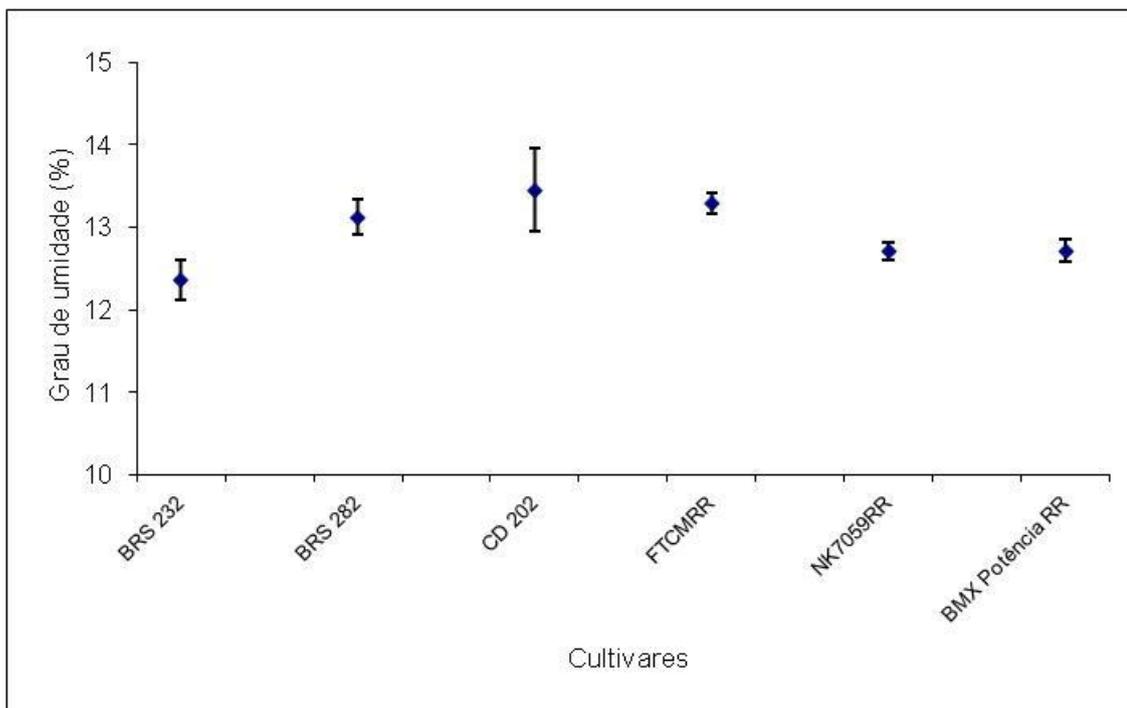


Figura 2 – Grau de umidade e desvio padrão em sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

O grau de umidade das sementes não variou significativamente ao longo dos diferentes equipamentos na linha de beneficiamento, apresentando uma média geral de 12,94%. A maior parte das amostras se apresentou com grau de umidade ao redor de 13%, que é o que se recomenda para armazenamento seguro de sementes de soja. Apenas as sementes da cultivar CD 202 apresentaram uma umidade média um pouco acima da recomendável. Faccion (2011), trabalhando com sementes de feijão em uma UBS, também encontrou pequena variação na umidade das amostras coletadas ao longo do beneficiamento.

Avaliação do percentual de impureza

No Quadro 8 são apresentados os resultados da porcentagem de impurezas nas sementes de seis cultivares de soja ao longo do beneficiamento.

Quadro 8 – Porcentagens médias do total de impurezas nas sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMXPotência RR
Silo	14,16 bB	7,79 dB	11,25 cB	23,15 aB	11,31 cB	7,40 dB
Entrada ML	17,02 bA	11,78 dA	12,92 cA	25,36 aA	13,40 cA	10,30 eA
Saída ML	1,38 cC	1,33 cC	1,22 cC	5,50 aC	0,94 cD	2,77 bC
Entrada Espiral	0,91 cC	1,07 cC	1,45 cC	4,48 aD	1,39 cC	2,68 bC
Saída Espiral	0,47 bD	0,32 bD	1,57 aC	1,18 aE	0,54 bD	1,80 aD
Saída Padronizador p.6,5	0,54 bD	0,43 bD	0,69 bD	1,22 aE	0,70 bD	1,33 aD
Entrada Densimétrica p.6,5	0,57 bD	0,88 bC	0,58 bD	1,09 aF	0,78 bE	1,58 aD
Saída Densimétrica p.6,5	0,13 bD	0,02 bD	0,14 bD	0,16 bF	0,00 bD	0,76 aE
Caixa de Espera p.6,5	0,00 aD	0,14 aD	0,27 aD	0,17 aF	0,02 aE	0,23 aE
Ensaque p.6,5	0,08 aD	0,00 aD	0,24 aD	0,26 aF	0,00 aE	0,26 aE
Saída Padronizador p.5,5	0,42 cD	0,23 cD	0,40 cD	0,98 bE	0,59 cD	1,67 aD
Entrada Densimétrica p.5,5	1,40 aB	0,26 bD	0,45 bD	0,74 bE	0,50 bD	1,56 aD
Saída Densimétrica p.5,5	0,13 aD	0,11 aD	0,14 aD	0,16 aF	0,15 aE	0,69 aE
Caixa de Espera p.5,5	0,16 aD	0,00 aD	0,20 aD	0,34 aF	0,05 aE	0,32 aE
Ensaque p.5,5	0,15 aD	0,00 aD	0,15 aD	0,08 aF	0,00 aE	0,37 aE
CV (%)	26,06					
Média geral (%)	2,47					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

A máquina de limpeza retirou a maior parte das impurezas (cascas, pedaços de vagens, talos secos e pedaços de sementes de milho), embora todas as cultivares só atingiram efetivamente o percentual de impureza permitido para sementes de soja (1%) (BRASIL, 2005), após a passagem pela mesa densimétrica. Estes resultados diferem do encontrado por Neves (2010), que em uma UBS de soja encontrou este percentual após a etapa de pré-limpeza.

Avaliação da massa específica aparente

Os resultados da massa específica aparente das sementes de seis cultivares de soja ao longo do beneficiamento, encontram-se apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 – Massa específica aparente (kg m^{-3}) de sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMXPotência RR
Silo	702,40 cC	718,50 bD	690,00 dD	748,40 aB	704,80 cC	722,90 bB
Entrada ML	705,20 dB	727,20 bC	699,60 eC	748,50 aB	706,76 dC	719,80 cB
Saída ML	710,50 cB	728,20 bc	714,80 cB	750,50 aB	715,50 cA	725,70 bB
Entrada Espiral	707,10 dB	733,20 bB	715,20 cB	748,00 aB	717,50 cA	730,40 bA
Saída Espiral	698,90 dC	734,10 bB	716,40 cB	754,50 aA	719,20 cA	729,30 cA
Saída Padronizador p.6,5	708,50 dB	725,20 bC	717,40 cB	751,20 aB	711,00 dB	723,70 bB
Entrada Densimétrica p.6,5	709,30 dB	719,70 cD	714,90 dB	750,90 aB	713,20 dA	726,60 bB
Saída Densimétrica p.6,5	713,20 cA	725,40 bC	717,50 cB	753,80 aA	718,00 cA	726,70 bB
Caixa de Espera p.6,5	716,40 cA	725,80 bC	718,40 cA	755,20 aA	710,80 dB	728,60 bA
Ensaque p.6,5	719,30 cA	716,90 dD	711,20 eB	754,10 aA	716,10 dA	724,60 bB
Saída Padronizador p.5,5	714,30 cA	735,70 bB	719,30 cA	755,20 aA	714,30 cA	731,70 bA
Entrada Densimétrica p.5,5	716,90 cA	737,60 bA	718,70 cA	754,30 aA	715,72 cA	733,50 bA
Saída Densimétrica p.5,5	716,40 dA	738,50 bA	723,50 cA	758,70 aA	717,20 dA	734,10 bA
Caixa de Espera p.5,5	719,30 dA	740,10 bA	723,10 dA	757,50 aA	718,60 dA	731,00 cA
Ensaque p.5,5	716,00 dA	722,30 cD	716,00 dB	757,70 aA	722,30 cA	728,50 bA
CV (%)	0,80					
Média geral (%)	725,01					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

A massa específica aparente apresentou incremento significativo após a passagem das sementes pela mesa densimétrica, o que indica a importância deste equipamento na melhoria da qualidade física e fisiológica das sementes de soja.

Segundo Baudet e Misra (1991), em sementes de milho beneficiadas em mesa densimétrica, o peso volumétrico (kg m^{-3}) foi o atributo físico melhor correlacionado com a condição fisiológica. Buitrago et al. (1991) observaram que sementes de feijão, apenas beneficiadas em máquina de ar e peneira e sem passar pela mesa densimétrica, não tiveram melhorias significativas nas qualidades fisiológica e sanitária. Vieira et al. (1995), trabalhando com sementes de arroz, Mertz et al. (2007), com sementes de feijão, Ferreira e Sá (2010), com sementes de milho e Ahrens e Krzyzanowski (1998), com sementes de tremoço, obtiveram resultados positivos da mesa densimétrica sobre os mais distintos tipos de sementes e evidenciaram a importância deste equipamento em uma Unidade de Beneficiamento de Sementes.

Avaliação da massa de mil sementes

No Quadro 10 são apresentados os resultados da massa de mil sementes de seis cultivares de soja ao longo do beneficiamento.

Quadro 10 – Massa de mil sementes (g) de seis cultivares de soja em quinze pontos do beneficiamento. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2009/2010.

Pontos	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FTCMRR	NK7059RR	BMXPotência RR
Silo	191,37 aC	131,10 eE	167,96 cE	149,39 dC	172,78 bC	147,88 dC
Entrada ML	188,76 aD	129,41 eF	167,89 cE	147,46 dD	170,57 bD	146,50 dC
Saída ML	181,38 aF	130,80 f E	167,84 cE	152,87 dB	172,59 bC	148,36 eC
Entrada Espiral	186,33 aE	130,73 eE	170,28 bD	151,95 cB	170,62 bD	148,03 dC
Saída Espiral	186,20 aE	131,38 f E	167,98 cE	153,26 dB	169,87 bD	149,35 eC
Saída Padronizador p.6,5	204,02 aA	171,34 fA	194,38 bA	178,41 eA	190,38 cB	181,91 dA
Entrada Densimétrica p.6,5	200,30 aB	163,64 eC	190,06 cB	178,95 dA	193,39 bA	178,59 dB
Saída Densimétrica p.6,5	199,04 aB	169,07 dB	191,13 bB	178,06 cA	192,44 bA	179,82 cB
Caixa de Espera p.6,5	199,09 aB	165,31 dC	190,28 bB	177,84 cA	190,54 bB	179,45 cB
Ensaque p.6,5	199,17 aB	167,94 eB	187,06 cC	178,47 dA	189,42 bB	177,80 dB
Saída Padronizador p.5,5	149,64 bG	129,18 f F	145,92 cF	137,21 eE	152,04 aE	142,47 dD
Entrada Densimétrica p.5,5	146,42 bH	127,59 dF	144,80 bF	138,61 cE	151,08 aE	139,01 cE
Saída Densimétrica p.5,5	148,07 bH	128,44 eF	144,37 cF	138,50 dE	151,02 aE	139,12 dE
Caixa de Espera p.5,5	147,89 bH	128,53 f F	145,65 cF	137,36 eE	150,67 aE	139,64 dE
Ensaque p.5,5	147,82 bH	133,14 eD	144,21 cF	138,69 dE	150,71 aE	139,17 dE
CV (%)	1,28					
Média geral (%)	161,95					

Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

A massa de mil sementes é uma medida de qualidade utilizada para diferentes finalidades, dentre elas, a comparação da qualidade de diferentes lotes de sementes, determinação do rendimento de cultivos e mesmo para cálculo da densidade de semeadura (CUNHA, 2004). No Quadro 10, pode-se notar que as massas de mil sementes tenderam a se uniformizar, a partir do momento em que as sementes foram padronizadas por tamanho e passaram pela mesa densimétrica, com exceção da cultivar BRS 282 que apresentou maior oscilação nos resultados. Diversos trabalhos têm sido conduzidos para identificar a influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja; porém, são encontrados resultados contraditórios, com autores que chegam a conclusões opostas. Pode-se afirmar que a qualidade fisiológica é um atributo que depende de diversos fatores que podem ter influência diferente em cada situação. Neste estudo, não foi possível correlacionar o tamanho de semente com a qualidade fisiológica, apenas podendo-se afirmar que sementes de tamanho maior (6,5 mm) tiveram maior massa que sementes de menor tamanho (5,5 mm), fato este já esperado.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados neste trabalho, é possível concluir que:

- o beneficiamento promove a melhoria na qualidade fisiológica de lotes de sementes e é especialmente eficiente para aqueles com qualidade intermediária;
- os equipamentos e o sistema de transporte (elevadores e fitas transportadoras) da unidade de beneficiamento estudada não causaram danos mecânicos às sementes;
- os danos mecânicos concentraram-se em sementes maiores e os danos por percevejos concentraram-se em sementes menores;
- sementes com deterioração por umidade não são eliminadas nem reduzidas por nenhum equipamento do beneficiamento.

REFERÊNCIAS

AHRENS, D.C.; KRZYZANOWSKI, F.C. Efeito do beneficiamento de sementes de tremoço azul sobre suas qualidades física, fisiológica e sanitária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, p.320-341, 1998.

ALMEIDA, F. A.C.; FIGUEIRÊDO NETO, A.; GOUVEIA, J.P.G. Danos mecânicos em sementes de feijão vigna causados pelas operações na unidade de beneficiamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.254-259, 2004.

ARANGO, M.R.; SALINAS, A.R.; CRAVIOTTO, R.M.; FERRARI, S.A.; BISARO, V.; MONTERO, M.S. Description of the environmental damage on soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merr.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.34, n.1, p.133-141, 2006.

BAUDET, L.; MISRA, M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.91-97, 1991.

BRASIL. Instrução normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005: Padrões para produção e comercialização de sementes de soja. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 243, 20 dez. 2005. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. - Brasília: Mapa / ACS, 2009. 399 p.

BRASMAX. Cultivares. Disponível em: <<http://www.brasmaxgenetica.com.br/fromtend/html/pontec>>. Acesso em: 25 jan. 2012.

BUITRAGO, I.C.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A.; SILVA, J.B. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e

peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.99-104, 1991.

COODETEC. **Guia de Produtos Soja Sul 2010**. Cascavel: Coodetec, 2010. 75p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 15p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 67).

CUNHA, M.B. **Comparação de métodos para obtenção do peso de mil sementes de aveia preta e soja**. 2004. 24 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

DELOUCHE, J.C. Mechanical damage to seed. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMAN, 1967, Mississippi, **Proceedings...** Mississippi State University. p.292.

DESCHAMPS, L.H. **Qualidade da semente de soja e de seu repasse beneficiados em mesa de gravidade**. 46p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

EMBRAPA SOJA. **Cultivares de soja 2010/2011 Regiões Sul e Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 2010. 60p.

FACCION, C.E. **Qualidade de sementes de feijão durante o beneficiamento e armazenamento**. 49p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, R.L.; SÁ, M.E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.4, p.99-110, 2010.

FESSEL, S.A.; SADER, R.; PAULA, R.C.; GALLI, J.A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.70-76, 2003.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade**. Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja. 2007. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 40).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, O.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. Classificação por densidade da semente de soja e sua qualidade fisiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., Londrina, 2006. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p.190-191. Organizado por Odilon Ferreira Saraiva e Simone Ery Grosskopf.

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

FT Sementes. Disponível em: <<http://www.ftsementes.com.br/catalogo.php>>. Acesso em: 29 jan. 2012.

HESSE, S.R.; PESKE, S.T. Separador em espiral para remoção de sementes de feijão miúdo em sementes de soja. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v.1, n.2, p.118, 1981.

KOLCHINSKI, E.A.; SCHUCH, L.O.; PESKE, S.T. **Vigor de sementes e competição intra-específica em soja**. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.6, p.1248-1256, 2005.

KRZYZANOWSKI, F.C., Desafios Tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: World Soybean Research Conference, 7; International Soybean Processing and Utilization Conference, 4.; Congresso Brasileiro de Soja, 3.;2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004.p.1324-1335. Editado por Flávio Moscardi, Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva, Paulo Roberto Galerain, Francisco Carlos Krzyzanowski e Mercedes Concordia Carrão-Panizzi.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; MAIA, M.S.; MENEGUELLO, G.E.; HENRIQUES, A.; MADAIL, R. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.3, p.1-8, 2007.

MOREANO, T.B.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM,C.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; MARQUES, O.J. Changes in the effects of weathering and mechanical damage on soybean seed during storage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.39, n.3, p.604-611, 2011.

NEVES, J.M.G. **Efeito do beneficiamento sobre a qualidade inicial de sementes de soja e após o armazenamento**. 2010. 56p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, A.; SADER, R.; KRZYZANOWSKI, F.C. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.59-66, 1999.

PARDE, S.R.; KAUSAL, R.T.; JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G. Mechanical damage to soybean seed during processing. **Journal of Stored Products Research**, v.38, n.4, p. 385-394, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X01000406>>. Acesso em: 23 jan. 2010.

PESKE, S. Planejamento de Unidades de Beneficiamento de Sementes. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v.4, n.1-2, p.37-52, 1981.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SYNGENTA SEEDS Cultivares. Disponível em: <http://www.syngenta.com/country/br/pt/produtosemarcas/sementes/grandesculturas/soja/Documents/sementes_soja.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2012.

VIEIRA, A.R.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, M.G.G.C.; REIS, M.S. Avaliação da eficiência de máquinas utilizadas no beneficiamento de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.187-192, 1995.

APÊNDICE

QUADRO 1A – Características das cultivares estudadas (EMBRAPA SOJA, 2010; COODETEC, 2010; BRASMAX, 2012; FT SEMENTES, 2012; SYNGENTA, 2012), safra 2010/2011, região Sul.

Características	Cultivares					
	BRS 232	BRS 282	CD 202	FT Campo Mourão RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR
Grupo de maturação	6.9	6.9	6.4	6.6	6.1	6.7
Ciclo	Semiprecoce	Semiprecoce	Precoce	Precoce	Precoce	Semiprecoce
Ciclo total (média em dias)	125 - 135	125 - 135	130	120 - 125	118 -125	120 - 130
Hábito de crescimento	Determinado	Determinado	Determinado	Semi - determinado	Indeterminado	Indeterminado
Altura média da planta (cm)	70 - 90	70 - 90	72 - 103	70 - 80	80 - 110	90 - 130
Acamamento	Resistente	Mod. Resistente	Mod. Suscetível	Mod. Resistente	Resistente	Resistente
Cor da flor	Roxa	Branca	Branca	Branca	Branca	Branca
Cor da pubescência	Cinza	Cinza	Cinza	Cinza	Cinza	Cinza
Deiscência da vagem	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Cor do hilo	Marrom claro	Marrom claro	Marrom claro	Marrom claro	Marrom claro	Marrom claro
Peso médio de 100 (cem) sementes (g)	18,5	13,7	15,9	20,0	17,0	16,8
Classe fertilidade solo recomendada	Alta	Média / alta	Alta	Média / alta	Alta	Média / alta
Complexo de acidez do solo	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Med. Tolerante	Tolerante
Eficiência na utilização de adubo	Eficiente e responsiva	Eficiente e responsiva	Eficiente e responsiva	Eficiente e responsiva	Eficiente	Eficiente e responsiva
Densidade de semeadura - PR região quente	250.000 - 300.000	250.000 - 300.000	220.000 - 250.000	180.000 - 200.000	300.000 - 350.000	250.000 - 300.000
Densidade de semeadura - PR região fria	200.000 - 250.000	200.000 - 250.000	200.000 - 250.000	200.000 - 220.000	250.000 - 300.000	200.000 - 250.000
Época de semeadura - PR preferencial	25/10 - 30/11	25/10 - 30/11	15/10 - 01/12	05/10 - 30/11	15/10 - 15/11	15/10 - 15/11
Época de semeadura - PR tolerada	20/10 - 10/12	20/10 - 10/12	10/10 - 10/12	25/09 - 20/12	05/10 - 25/11	01/10 - 20/11

QUADRO 2A – Resumo da análise de variância referente à variável resposta germinação em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	5.440,6322	1.088,1264	186,303 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	5.946,4822	424,7487	72,723 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	3.191,3844	45,5912	7,806 *	0,0000
Cultivar / Silo	5	2.319,9333	463,9867	79,441 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	1.059,3500	211,8700	36,275 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	554,1333	110,8267	18,975 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	226,0833	45,2167	7,742 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	246,8833	49,3767	8,454 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	400,7500	80,1500	13,723 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	411,5500	82,3100	14,093 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	429,4000	85,8800	14,704 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	683,1333	136,6267	23,393 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	452,9500	90,5900	15,510 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	726,4000	145,2800	24,874 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	369,3500	73,8700	12,648 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	328,4833	65,6967	11,248 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	307,6833	61,5367	10,536 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	115,9333	23,1867	3,970 *	0,0014
Ponto de amostragem / BRS 232	14	1.064,3733	76,0267	13,017 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 282	14	388,8933	27,7781	4,756 *	0,0000
Ponto de amostragem / CD 202	14	1.924,1733	137,4409	23,532 *	0,0000
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	972,5600	69,4686	11,894 *	0,0000
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	2.548,9333	182,0667	31,173 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	2.238,9333	159,9238	27,381 *	0,0000
Resíduo	810	4.730,9000	5,8406		
Média Geral	88,9211		Número de dados		900
C.V.(%)	2,72				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 3A – Resumo da análise de variância referente à variável resposta viabilidade no teste de tetrazólio em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	6.932,8622	1.386,5724	98,328 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	4.234,5222	302,4659	21,449 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	1.245,3044	17,7901	1,262 ^{ns}	0,0792
Cultivar / Silo	5	963,0833	192,6167	13,659 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	843,4833	168,6967	11,963 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	383,4833	76,6967	5,439 *	0,0001
Cultivar / Entrada espiral	5	517,1333	103,4267	7,334 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	479,5333	95,9067	6,801 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	523,6833	104,7367	7,427 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	591,1500	118,2300	8,384 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	588,1500	117,6300	8,342 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	530,1333	106,0267	7,519 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	635,4833	127,0967	9,013 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	411,4000	82,2800	5,835 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	563,9500	112,7900	7,998 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	361,5500	72,3100	5,128 *	0,0001
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	486,0000	97,2000	6,893 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	299,9500	59,9900	4,254 *	0,0008
Ponto de amostragem / BRS 232	14	1.360,3733	97,1695	6,891 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 282	14	447,0933	31,9352	2,265 *	0,0050
Ponto de amostragem / CD 202	14	629,4933	44,9638	3,189 *	0,0001
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	1.243,5600	88,8257	6,299 *	0,0000
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	1.240,7733	88,6267	6,285 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	558,5333	39,8952	2,829 *	0,0004
Resíduo	810	11.422,2000	14,1015		
Média Geral	89,3111		Número de dados		900
C.V.(%)	4,2				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 4A – Resumo da análise de variância referente à variável resposta vigor no teste de tetrazólio em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	39.631,6889	7.926,3378	207,746 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	1.018,7729	727,6949	19,073 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	3.289,9778	46,9997	1,232 ^{ns}	0,1026
Cultivar / Silo	5	6.283,8000	1.256,7600	32,939 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	3.273,0000	654,6000	17,157 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	2.175,6833	435,1367	11,405 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	2.771,0833	554,2167	14,526 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	3.828,4833	765,6967	20,069 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	3.603,4833	720,6967	18,889 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	3.134,5333	626,9067	16,431 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	2.146,9333	429,3867	11,254 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	2.368,8833	473,7767	12,417 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	2.264,6000	452,9200	11,871 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	2.483,8833	496,7767	13,020 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	2.172,2000	434,4400	11,386 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	2.032,2833	406,4567	10,653 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	2.751,9333	550,3867	14,425 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	1.630,8833	326,1767	8,549 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 232	14	449,9733	317,8552	8,331 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 282	14	1.018,1733	72,7267	1,906 *	0,0227
Ponto de amostragem / CD 202	14	1.063,4933	75,9638	1,991 *	0,0227
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	2.104,1733	150,2981	3,939 *	0,0000
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	3.141,9333	224,4238	5,882 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	1.699,9600	121,4257	3,183 *	0,0001
Resíduo	810	30.904,8000	38,1541		
Média Geral	70,2978		Número de dados		900
C.V.(%)	8,79				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 5A – Resumo da análise de variância referente à variável resposta envelhecimento acelerado em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	112.987,1156	22.597,4231	2183,352 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	3.518,3222	251,3087	24,281 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	12.996,3844	185,6626	17,939 *	0,0000
Cultivar / Silo	5	10.815,1333	2.163,0267	208,991 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	6.726,2833	1.345,2567	129,978 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	8.638,4000	1.727,6800	166,928 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	6.336,1500	1.267,2300	122,439 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	7.035,1333	1.407,0267	135,946 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	12.522,9333	2.504,5867	241,992 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	9.680,0000	136,0000	187,055 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	9.693,4833	1.938,6967	187,316 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	6.313,6833	1.262,7367	122,005 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	7.732,2833	1.546,4567	149,418 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	7.698,1333	1.539,6267	148,758 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	9.856,0833	1.971,2167	190,458 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	6.493,1333	1.298,6267	125,473 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	9.866,3333	1.973,2667	190,656 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	6.576,3333	1.315,2667	127,080 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 232	14	705,4933	50,3924	4,869 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 282	14	573,7333	40,9810	3,960 *	0,0000
Ponto de amostragem / CD 202	14	3.646,2000	260,4429	25,164 *	0,0000
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	244,2933	17,4495	1,686 ^{ns}	0,0535
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	6.541,6933	467,2638	45,147 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	4.803,2933	343,0924	33,149 *	0,0000
Resíduo	810	8.383,4000	10,3499		
Média Geral	72,4556		Número de dados		900
C.V.(%)	4,44				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 6A – Resumo da análise de variância referente à variável danos mecânicos no teste de tetrazólio (TZ 1-8) em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	22.066,7200	4.413,3440	204,985 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	2.110,9267	150,7805	7,003 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	3.953,9133	56,4845	2,624 *	0,0000
Cultivar / Silo	5	1.857,2833	371,4567	17,253 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	2.677,7500	535,5500	24,874 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	2.343,5333	468,7067	21,770 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	2.057,1500	411,4300	19,110 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	2.597,4000	519,4800	24,128 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	2.271,3500	454,2700	21,099 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	1.243,9333	248,7867	11,555 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	2.572,5500	514,5100	23,897 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	1.392,6833	278,5367	12,937 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	1.839,9500	367,9900	17,092 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	785,1500	157,0300	7,294 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	949,5333	189,9067	8,821 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	1.099,8833	219,9767	10,217 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	1.593,8833	318,7767	14,806 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	738,6000	147,7200	6,861 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 232	14	2.491,3733	77,9552	8,265 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 282	14	257,2933	18,7810	0,854 ^{ns}	0,6102
Ponto de amostragem / CD 202	14	745,7733	53,2695	2,474 *	0,0019
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	467,8933	33,4210	1,552 ^{ns}	0,0871
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	1.421,5733	101,5410	4,716 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	680,9333	48,6381	2,259 *	0,0051
Resíduo	810	17.439,4000	21,5301		
Média Geral	19,84		Número de dados		900
C.V.(%)	23,39				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 7A – Resumo da análise de variância referente à variável danos por percevejos no teste de tetrazólio (TZ 1-8) em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	22.462,5522	4.492,5104	242,665 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	3.260,7822	232,9130	12,581 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	2.690,8978	38,4414	2,076 *	0,0000
Cultivar / Silo	5	2.515,5500	503,1100	27,176 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	1.706,9333	341,3867	18,440 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	2.263,7500	452,7500	24,456 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	1.501,7333	300,3467	16,223 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	1.806,7333	361,3467	19,518 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	1.293,0833	258,6167	13,969 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	2.825,1500	565,0300	30,520 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	968,7500	193,7500	10,466 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	905,4833	181,0967	9,782 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	817,0833	163,4167	8,827 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	1.768,3500	353,6700	19,104 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	942,6833	188,5367	10,184 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	2.354,1333	470,8267	25,432 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	1.085,7500	217,1500	11,729 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	2.398,2833	479,6567	25,909 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 232	14	717,7733	51,2695	2,769 *	0,0005
Ponto de amostragem / BRS 282	14	141,2933	10,0924	0,545 ^{ns}	0,9066
Ponto de amostragem / CD 202	14	1.255,2933	87,5210	4,727 *	0,0000
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	1.051,2000	75,0857	4,056 *	0,0000
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	2.037,3600	145,5257	7,861 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	778,7600	55,6257	3,005 *	0,0002
Resíduo	810	14.995,7000	18,5132		
Média Geral	16,1456		Número de dados		900
C.V.(%)	26,65				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 8A – Resumo da análise de variância referente à variável danos por umidade no teste de tetrazólio (TZ 3) em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	6.944,7522	1.388,9504	100,664 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	640,2222	45,7302	3,314 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	917,6978	13,1100	0,950 ns	0,5942
Cultivar / Silo	5	616,0000	123,2000	8,929 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	434,4000	86,8800	6,297 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	533,0833	106,6167	7,727 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	410,3333	82,0667	5,948 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	417,9333	83,5867	6,058 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	404,7500	80,9500	5,867 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	600,2833	120,0567	8,701 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	489,6000	97,9200	7,097 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	557,4833	111,4967	8,081 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	607,3500	121,4700	8,804 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	825,0833	165,0167	11,960 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	338,9333	67,7867	4,913 *	0,0002
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	595,9333	119,1867	8,638 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	527,3500	105,4700	7,644 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	503,9333	100,7867	7,304 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 232	14	460,1333	32,8667	2,382 *	0,0030
Ponto de amostragem / BRS 282	14	214,1600	15,2971	1,109 ^{ns}	0,3456
Ponto de amostragem / CD 202	14	126,0000	9,0000	0,652 ^{ns}	0,8215
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	221,6000	15,8286	1,147 ^{ns}	0,3121
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	290,1333	20,7238	1,502 ^{ns}	0,1039
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	245,8933	17,5638	1,273 ^{ns}	0,2180
Resíduo	810	11.176,3000	13,7979		
Média Geral	32,3944		Número de dados		900
C.V.(%)	11,47				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 9A – Resumo da análise de variância referente à variável impureza em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	677,9912	135,5982	326,666 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	18.380,2903	1.312,8779	3162,818 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	2.819,3707	40,2767	97,030 *	0,0000
Cultivar / Silo	5	1.673,5020	334,7004	806,317 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	1.506,5340	301,3068	725,870 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	151,9160	30,3832	73,195 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	93,4033	18,6807	45,003 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	19,4980	3,8996	9,394 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	6,8188	1,3638	3,285 *	0,0060
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	14,1935	2,8387	6,839 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	7,2353	1,4471	3,486 *	0,0040
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	14,4328	2,8866	6,954 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	3,9608	0,7922	1,908 ^{ns}	0,0904
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	2,5540	0,5108	1,231 ^{ns}	0,2924
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	0,5988	0,1198	0,289 ^{ns}	0,9194
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	0,9528	0,1906	0,459 ^{ns}	0,8067
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	0,8160	0,1632	0,393 ^{ns}	0,8536
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	0,9455	0,1891	0,456 ^{ns}	0,8093
Ponto de amostragem / BRS 232	14	4.026,6356	287,6168	692,890 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 282	14	1.636,7837	116,9131	281,652 *	0,0000
Ponto de amostragem / CD 202	14	2.340,8597	167,2043	402,807 *	0,0000
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	9.546,7797	681,9128	1642,777 *	0,0000
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	2.508,1617	179,1544	431,596 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	1.140,4404	81,4600	196,243 *	0,0000
Resíduo	810	336,2290	0,4151		
Média Geral	2,4723		Número de dados		900
C.V.(%)	26,06				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 10A – Resumo da análise de variância referente à variável umidade em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	128,2322	25,6464	103,504 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	18,4729	1,3195	5,325 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	38,6289	0,5518	2,227 *	0,0000
Cultivar / Silo	5	10,6993	2,1399	8,636 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	10,7835	2,1567	8,704 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	11,2808	2,2562	9,105 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	6,8253	1,3651	5,509 *	0,0001
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	13,2115	2,6423	10,664 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	12,1155	2,4231	9,779 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	8,0588	1,6118	6,505 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	10,9153	2,1831	8,810 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	14,3028	2,8606	11,545 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	12,9928	2,5986	10,487 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	10,3553	2,0711	8,358 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	8,9188	1,7838	7,199 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	10,6955	2,1391	8,633 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	13,1048	2,6210	10,578 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	12,6008	2,5202	10,171 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 232	14	8,2584	0,5899	2,381 *	0,0030
Ponto de amostragem / BRS 282	14	6,1297	0,4378	1,767 *	0,0393
Ponto de amostragem / CD 202	14	36,0484	2,5749	10,392 *	0,0000
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	2,4356	0,1740	0,702 ^{ns}	0,7736
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	1,6137	0,1153	0,465 ^{ns}	0,9512
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	2,6160	0,1869	0,754 ^{ns}	0,7197
Resíduo	810	200,7030	0,2478		
Média Geral	12,9423		Número de dados		900
C.V.(%)	3,85				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 11A – Resumo da análise de variância referente à variável massa específica aparente em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	183.299,8489	36.659,9698	1084,859 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	17.678,7353	1.262,7668	37,368 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	13.141,9244	187,7418	5,556 *	0,0000
Cultivar / Silo	5	20.765,2000	4.153,0400	122,899 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	16.467,2033	3.293,4407	97,461 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	10.616,8000	2.123,3600	62,835 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	10.977,7333	2.195,5467	64,972 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	17.635,0833	3.527,0167	104,373 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	11.860,1333	2.372,0267	70,194 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	12.628,4833	2.525,6967	74,742 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	11.496,7333	2.299,3467	68,043 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	11.619,2533	2.323,8507	68,768 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	10.734,5333	2.146,9067	63,532 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	12.920,4000	2.584,0800	76,469 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	12.402,9333	2.480,5867	73,407 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	11.359,6000	2.271,9200	67,232 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	12.045,8000	2.409,1600	71,293 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	12.911,8833	2.582,3767	76,419 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 232	14	5.452,0400	389,4314	11,524 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 282	14	8.026,1600	573,2971	16,965 *	0,0000
Ponto de amostragem / CD 202	14	10.678,6000	762,7571	22,572 *	0,0000
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	1.697,9333	121,2810	3,589 *	0,0000
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	2.649,7664	189,2690	5,601 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	2.316,1600	165,4400	4,896 *	0,0000
Resíduo	810	27.371,8400	33,7924		
Média Geral	25,0076		Número de dados		900
C.V.(%)	0,8				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

QUADRO 12A – Resumo da análise de variância referente à variável massa de mil sementes em função das sementes de seis cultivares de soja em quinze pontos de amostragem, em Faxinal – PR, 2009/2010.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	P-valor
Cultivares	5	121.055,9114	24.211,1823	599,325 *	0,0000
Pontos de amostragem	14	269.345,5678	19.238,9691	476,242 *	0,0000
Cultivares X Pontos de amostragem	70	27.126,5059	387,5215	9,593 *	0,0000
Cultivar / Silo	5	23.054,0500	4.610,8100	114,136 *	0,0000
Cultivar / Entrada máquina de limpeza	5	22.616,0628	4.523,2126	111,968 *	0,0000
Cultivar / Saída máquina de limpeza	5	17.097,2033	3.419,4407	84,645 *	0,0000
Cultivar / Entrada espiral	5	19.758,4073	3.951,6815	97,820 *	0,0000
Cultivar / Saída espiral - Entr. Padronizador	5	18.248,5153	3.649,7031	90,345 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 6,5	5	7.000,9540	1.400,1908	34,660 *	0,0000
Cultivar / Saída padronizador peneira 5,5	5	3.587,3973	717,4795	17,761 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 6,5	5	5.485,2175	1.097,0435	27,156 *	0,0000
Cultivar / Entrada densimétrica peneira 5,5	5	3.345,4308	669,0862	16,563 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 6,5	5	6.187,8073	1.237,5615	30,635 *	0,0000
Cultivar / Saída densimétrica peneira 5,5	5	3.272,1513	654,4303	16,200 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 6,5	5	7.175,1228	1.435,0246	35,523 *	0,0000
Cultivar / Caixa de espera peneira 5,5	5	3.308,7233	661,7447	16,381 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 6,5	5	5.929,5680	1.185,9136	29,356 *	0,0000
Cultivar / Ensaque peneira 5,5	5	2.115,8060	423,1612	10,475 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 232	14	69.781,7553	4.984,4111	123,384 *	0,0000
Ponto de amostragem / BRS 282	14	47.326,6913	3.380,4780	83,680 *	0,0000
Ponto de amostragem / CD 202	14	52.320,9249	3.737,2089	92,511 *	0,0000
Ponto de amostragem / FT Campo Mourão RR	14	42.559,9524	3.039,9966	75,252 *	0,0000
Ponto de amostragem / NK 7059 RR	14	40.448,1324	2.889,1523	71,518 *	0,0000
Ponto de amostragem / BMX Potência RR	14	44.034,6173	3.145,3298	77,860 *	0,0000
Resíduo	810	32.721,9320	40,3974		
Média Geral	61,7462		Número de dados		900
C.V.(%)	3,93				

* Significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

CAPÍTULO 2

EFEITO DAS MÁQUINAS DE BENEFICIAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA

RESUMO. O beneficiamento de sementes é parte fundamental da tecnologia para produção de sementes de alta qualidade e contempla todas as etapas realizadas após a colheita. Porém, em geral, refere-se principalmente a pré-limpeza, classificação e melhoramento das características físicas das sementes. Por meio da remoção de material inerte, sementes de invasoras e sementes fora de padrão, consegue-se também o incremento da qualidade fisiológica das sementes processadas. Algumas máquinas separam as boas sementes das impurezas e das sementes não aptas com base em várias características físicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o benefício ou prejuízo que cada máquina de uma linha de beneficiamento de sementes expressou à qualidade física e fisiológica de lotes de sementes processados na mesma. Para tanto, foram retiradas amostras de duas cultivares de soja – BMX Potência RR e NK 7059 RR – de cinco máquinas de beneficiamento: máquina de limpeza, separador em espiral, padronizador, densimétrica da semente de tamanho 6,5 mm e densimétrica da semente de tamanho 5,5 mm da Unidade de Beneficiamento de Sementes da Cocari, em Faxinal, PR. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado para todas as máquinas avaliadas sendo o esquema fatorial variável de acordo com o equipamento: i) máquina de limpeza e separador em espiral (fatorial 2 x 2 - duas cultivares e dois pontos de coleta: entrada e saída da máquina); ii) padronizador (fatorial 2 x 3 - duas cultivares e três pontos de coleta: entrada, saída tamanho 6,5 mm e saída tamanho 5,5 mm); iii) densimétrica tamanho 6,5 mm e densimétrica tamanho 5,5 mm (fatorial 2 x 5 - duas cultivares e cinco pontos de coleta: entrada, saída parte alta (0-20 cm), saída parte intermediária (20-40 cm), saída parte baixa (40-60 cm) e saída de descarte), com 20 repetições por ponto. As variáveis tomadas por base para avaliar a qualidade fisiológica da semente foram: 1) germinação; 2) vigor no envelhecimento acelerado; 3) viabilidade pelo teste de tetrazólio (TZ) classes 1 a 5; 4) vigor (TZ) classes 1 a 3; 5)

deterioração por umidade (TZ) classe 3; 6) danos mecânicos totais (TZ) classes de 1 a 8; 7) danos mecânicos (TZ) classes de 6 a 8; e 8) danos causados por percevejos (TZ) classes de 1 a 8. Também foi avaliada a característica física massa de 1.000 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância individual, considerando o nível de probabilidade do erro em 5% e aos testes adicionais de comparação de médias, que foram aplicados aos fatoriais 2 x 3 (Tukey) e 2 x 5 (Scott-Knott), ambos em nível de 5% de probabilidade. Os resultados obtidos permitiram a conclusão de que a máquina de limpeza e o separador em espiral avaliados não contribuíram para melhorar a qualidade fisiológica das sementes; o padronizador, separando as sementes por tamanho, evidenciou o efeito de concentração de danos mecânicos nas sementes maiores e danos por percevejo nas sementes menores; as mesas densimétricas apresentaram sementes de qualidade superior na fração alta em relação às frações intermediária e baixa. Os danos mecânicos e os danos por percevejos podem ser reduzidos parcialmente pela mesa densimétrica e os danos por umidade não foram eliminados nem reduzidos por nenhum dos equipamentos de beneficiamento estudados.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, germinação, vigor, dano mecânico, dano por percevejo, deterioração por umidade.

EFFECT OF THE PROCESSING MACHINES ON SOYBEAN SEED QUALITY

ABSTRACT. Seed processing is an essential component of the technology for high quality seed production and involves all steps performed after harvest. Although, it generally refers to the processes: pre-cleaning, sizing and improvement of the physical characteristics of seeds. Through removal of inert materials, weed seeds, and non-standard seeds, it is also possible to increase physiological quality of the seeds processed. Some machines are able to sort good seeds from impurities and from non-viable seeds, based on several physical characteristics. The objective of this study was to assess the benefits or losses that each machine within a processing line of seeds brings to physical and physiological quality of seed lots therein processed. For this, seed samples of two soybean cultivars BMX Potência RR and NK 7059 RR, were collected in five different processing machines: air-screen machine, spiral separator, size grader, and gravity separator for seed size 6.5 mm and 5.5 mm. Samplings were performed at the Seed Processing Plant of Cocari, in Faxinal, State of Paraná, Brazil. A completely randomized experimental design was used, with 20 replications for each point, for all machines assessed; treatments were arranged in factorial schemes, which was variable according to each equipment evaluated: i) air-screen machine and spiral separator {2 x 2 factorial (2 cultivars x 2 seed collecting points: entry and exit of machine)}; ii) size grader {2 x 3 factorial (2 cultivars x 3 collecting points: entry and exit of the 6.5 mm seed size and exit of the 5.5 mm seed size)}; iii) gravity table for 6.5 mm seed size and gravity table for 5.5 mm seed size {2 x 5 factorial (2 cultivars x 5 collecting points: entry, exit of upper part of machine (0 to 20 cm); exit of intermediary part (20 to 40 cm), exit of lower part of machine (40 to 60 cm)} and exit of discharge. The variables used as base in assessing seed physiological quality were: 1) germination; 2) vigor - accelerated aging test; 3) viability by the tetrazolium test (TZ), classes 1 to 5; 4) vigor (TZ), classes 1 to 3; 5) weathering damage (TZ), class 3; 6) total mechanical damages (TZ), classes 1 to 8; 7) lethal mechanical damages (TZ), classes 6 to 8; and 8) damages caused by stink bugs (TZ), classes 1 to 8. The physical characteristic of the mass of 1,000 seeds was also assessed. Data were subjected to individual ANOVA, with 5% error probability. Additional tests for comparison of means, which were applied to the 2 x 3

factorial (Tukey) and the 2 x 5 factorial (Scott-Knott) were compared at 5% probability level. Results achieved allow concluding that the air-screen machine and the spiral separator did not contribute to improve physiological quality of seeds; the size grader, separating seeds by size, concentrated mechanical damages in larger sizes and stink bug damages in smaller sizes; the gravity separators showed higher quality seeds at the upper part of the machine compared to the intermediate and lower parts. Seeds presenting weathering damages were not eliminated by any of the studied processing machines.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill, germination, vigor, mechanical damage, stink bug damage, weathering damage

1 INTRODUÇÃO

A produção de sementes de soja de alta qualidade depende da utilização e adoção de técnicas que vão desde a semeadura até o processo de beneficiamento e armazenamento. Assim, além de decisões como a escolha das cultivares com características que apresentem bons potenciais fisiológicos e de produtividade (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2004), também se torna importante que o projeto de uma unidade de beneficiamento de sementes contemple máquinas adequadas para limpeza e separação das sementes, dispostas de forma eficaz, interligadas por equipamentos de transporte que contribuam para manter ou melhorar a qualidade inicial dos lotes recebidos.

A habilidade do produtor-beneficiador de sementes em obter sementes livres de material inerte, de sementes de plantas invasoras e de sementes de outras espécies depende em grande parte da disposição, ordem e escolha dos equipamentos de limpeza e separação (WELCH, 1973). Os equipamentos de transporte (elevadores e fitas transportadoras) devem ser bem escolhidos e dimensionados, pois interferem diretamente na qualidade da semente, podendo aumentar ou não os danos mecânicos (OLIVEIRA et al, 1999; NEVES, 2010; FACCION, 2011), influenciar o rendimento industrial e permitir ou impedir a ocorrência de mistura mecânica.

A combinação ou sequência de máquinas beneficiadoras deve ser projetada levando em consideração as espécies de sementes a serem beneficiadas; o tipo e espécie de invasora, a quantidade de impurezas existentes e os padrões finais do lote de sementes que se deseja alcançar (VAUGHAN et al., 1976).

Para o beneficiamento de sementes de soja, em geral, utilizam-se os seguintes equipamentos: máquina de pré-limpeza, secador, máquina de ar e peneiras (máquina de limpeza), separador em espiral, padronizador por tamanho e mesa de gravidade (FRANÇA NETO et al., 2007).

A máquina de limpeza consiste em um equipamento com função básica de limpar o lote de sementes que passa pela mesma. A separação se baseia em diferenças de tamanho e peso das sementes e emprega três elementos de separação: a) aspiração, com a qual o material leve é removido da massa de

sementes; b) desfolhação, na qual as sementes boas passam através dos orifícios da peneira e o material maior é retido e encaminhado para uma bica de saída; c) peneiração (peneiramento) na qual a boa semente desliza sobre os orifícios da peneira, enquanto partículas menores caem através deles. (VAUGHAN et al., 1976).

O separador em espiral consiste basicamente de uma ou mais lâminas de metal, espiraladas ao redor de um único eixo central disposto verticalmente, que lembra um transportador em espiral, em posição vertical. Este equipamento opera por gravidade e separa as sementes de acordo com a sua forma, densidade, grau de esfericidade e capacidade de rolar (VAUGHAN et al., 1976), retirando da massa de sementes aquelas de formato irregular, chochas, as atacadas por insetos ou que tenham sofrido algum estresse climático e que tenham tido seu formato comprometido.

A padronização das sementes de soja pelo tamanho tem sido uma prática que tem se tornado rotineira no Brasil. A padronização das sementes de soja, principalmente na região Centro-Oeste, tornou-se uma exigência do mercado (LIMA, 1996).

O padronizador é um equipamento composto por várias chapas metálicas planas perfuradas com orifícios redondos que classifica as sementes por tamanho (largura). A semente de soja, de uma maneira geral, apresenta uma grande variação de tamanho entre as diversas cultivares e dentro de cada cultivar. A uniformidade de tamanho na semente de soja permite o ajuste correto da população de plantas no campo. Com o avanço do melhoramento genético e obtenção de plantas mais produtivas, reduziu-se a densidade de semeadura e para populações mais baixas de plantas, necessita-se de alta precisão na distribuição das sementes na linha de semeadura (KRZYZANOWSKI et al., 2008). Em geral, a classificação para sementes de soja é sugerida em intervalos de no mínimo 0,5 mm e máximo 1,0 mm.

As mesas densimétricas, ou mesas de gravidade são equipamentos muito utilizados na indústria de sementes, pois melhoram a qualidade ao retirar do lote sementes danificadas, doentes, partidas, atacadas por insetos ou patógenos e outros materiais indesejáveis que são, em geral, mais leves do que as sementes aptas (BAUDET; MISRA, 1991). A mesa de gravidade remove as sementes de menor densidade e, com isso, influencia positivamente

a qualidade fisiológica do lote (AHRENS; KRZYZANOWSKI, 1998). A separação da mistura de sementes ocorre em duas etapas: primeiro, à medida em que as sementes são alimentadas para a mesa, entram na corrente de ar que vem de baixo e atravessa toda a superfície porosa da mesa. Esta corrente de ar é regulada de tal maneira que o volume de ar atravessando a camada de sementes é suficiente para produzir uma estratificação vertical da mesma. As sementes mais leves ficam em cima e as mais pesadas no fundo, junto à superfície da mesa. Em segundo lugar ocorre a separação destas camadas por meio de movimento lateral acionado por um sistema excêntrico de propulsão, imprimindo à mesa um movimento de vai-e-vem. As regulagens feitas na mesa densimétrica, conforme Gregg e Fagundes (1975), são a alimentação, inclinações lateral e longitudinal, no fluxo de ar, no movimento vibratório e no fracionamento do eixo terminal de carga. As sementes de diferentes densidades saem através de bicas separadas na saída da mesa (WELCH, 1973).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de cada máquina de beneficiamento isoladamente na qualidade física e fisiológica das sementes de duas cultivares de soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação e condução do experimento

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Controle de Qualidade da Cocari em Faxinal, Estado do Paraná, e no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Embrapa Soja, em Londrina, Estado do Paraná, durante o ano de 2011.

As sementes utilizadas neste trabalho foram provenientes de duas cultivares de soja: BMX Potência RR e NK 7059 RR, colhidas na safra 2010/2011.

As amostras coletadas foram retiradas de cinco máquinas de beneficiamento, sendo elas: máquina de limpeza (marca Silomax, modelo MLSX-30), separador em espiral (marca Rota, modelo Rota II), padronizador (marca Silomax, modelo SXP-4X4), mesa densimétrica da semente de tamanho 6,5 mm (marca Silomax, modelo SDS-80) e mesa densimétrica da semente de tamanho 5,5 mm (marca Silomax, modelo SDS-80) da Unidade de Beneficiamento de Sementes da Cocari – Cooperativa Agropecuária e Industrial, em Faxinal, Estado do Paraná, localizada a latitude 24°00'01" S e longitude 51°19'10" W, com altitude média de 840 m.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado para todas as máquinas avaliadas, sendo o esquema fatorial variável de acordo com o equipamento: i) máquina de limpeza e separador em espiral (fatorial 2 x 2 - duas cultivares e dois pontos de coleta: entrada e saída da máquina); ii) padronizador (fatorial 2 x 3 - duas cultivares e três pontos de coleta: entrada, saída tamanho 6,5 mm e saída tamanho 5,5 mm); iii) densimétricas para sementes tamanho 6,5 mm e densimétrica para sementes tamanho 5,5 mm (fatorial 2 x 5 - duas cultivares e cinco pontos de coleta: entrada, saída parte alta (0-20 cm), parte intermediária (20-40 cm), parte baixa (40-60 cm) e descarte), com 20 repetições, seguindo o modelo matemático estatístico proposto a seguir:

$$\hat{Y}_{ijk} = \bar{m} + C_i + P_j + CP_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que: i) \hat{Y}_{ij} = valor observado no tratamento no i -ésimo nível da cultivar, no j -ésimo nível do ponto de amostragem e na k -ésima repetição; ii) m = média geral do experimento; iii) C_i = efeito do i -ésimo nível da cultivar; iv) P_j = efeito do j -ésimo nível do ponto de amostragem; v) CP_{ij} = efeito do ij -ésimo nível da interação entre cultivar e ponto de amostragem; vi) ε_{ijk} = efeito residual associado ao i -ésimo nível da cultivar, no j -ésimo nível do ponto de amostragem e k -ésima repetição.

O tamanho da unidade experimental foi de 1,0 kg de sementes acondicionadas em saco de papel multifoliado.

Foram coletadas amostras das referidas cultivares durante a passagem da massa de sementes em cada uma das máquinas de beneficiamento, sendo tomadas amostras antes e depois de cada máquina, com 20 repetições de 1 kg em cada ponto, que se tornaram as amostras de trabalho. Na amostragem em cada ponto procedeu-se a retirada de amostras (repetições) regularmente a cada 30 segundos. Os pontos de amostragem de cada máquina são descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Esquema dos pontos amostrados em cada máquina de beneficiamento de sementes de soja na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Cocari. Faxinal, Estado do Paraná, 2011.

Equipamentos	Pontos de amostragem
Máquina de limpeza	Entrada
	Saída
Separador em espiral	Entrada
	Saída
Padronizador	Entrada
	Saída tamanho 6,5 mm
	Saída tamanho 5,5 mm
Densimétrica tamanho 6,5 mm	Entrada
	Saída parte superior 0-20 cm
	Saída parte intermediária 20-40 cm
	Saída parte inferior 40-60 cm
	Saída de descarte
Densimétrica tamanho 5,5 mm	Entrada
	Saída parte superior 0-20 cm
	Saída parte intermediária 20-40 cm
	Saída parte inferior 40-60 cm
	Saída de descarte

2.3 Características analisadas

A qualidade fisiológica da semente foi avaliada por meio dos seguintes testes:

2.3.1 Teste de germinação

Este teste foi conduzido com oito subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, colocadas para germinar entre três folhas de papel toalha do tipo “Germitest” umedecidas com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Foram confeccionados rolos, os quais foram levados para germinar em germinador do tipo Mangelsdorf regulado para manter a temperatura constante de 25 ± 1 °C. A porcentagem de plântulas

normais foi avaliada no oitavo dia após o início do teste, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

2.3.2 Envelhecimento acelerado

O teste foi conduzido em caixas plásticas (tipo “gerbox”), contendo 40 mL de água no fundo e uma camada uniforme de sementes dispostas sobre a superfície da tela interna, mantidas em incubadora a 41 °C, por 48 horas (KRZYZANOWSKI et al., 1991). A incubadora utilizada foi uma câmara jaquetada de água (water jacket incubator), modelo 3015, marca VWR/USA. Após o período de envelhecimento, quatro subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição foram submetidas ao teste de germinação. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.3.3 Teste de Tetrazólio

O teste foi conduzido com duas subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição, pré-condicionadas em papel “Germitest” umedecido com água destilada por um período de 16 horas, em germinador com temperatura ajustada para 25 °C. Após este período, as sementes foram transferidas para copos plásticos, com volume de 50 mL, sendo totalmente submersas em solução de tetrazólio (2-3-5, trifênil cloreto de tetrazólio), à concentração de 0,075%, e mantidas à temperatura de 40 °C por, aproximadamente, 150 minutos no interior de uma câmara de germinação na ausência de luz. Após o processo de coloração, as sementes foram lavadas com água corrente e mantidas submersas até o momento da avaliação em refrigerador. Posteriormente, as sementes foram avaliadas individualmente, seccionando-as longitudinalmente e simetricamente, com o auxílio de lâmina de bisturi e classificadas de acordo com os critérios propostos por França Neto et al. (1998). A viabilidade foi representada pela soma das porcentagens das sementes pertencentes às classes de 1 a 5; o nível de vigor, pelas classes de 1 a 3. A soma de um tipo de dano nas classes 1 a 8 indica o total de danos que a semente sofreu e a soma das classes 6 a 8 indica a perda de viabilidade por

aquele dano. A soma dos danos na classe 3 apresenta as sementes que se encontram no último nível de alto vigor. Em todos os casos foram caracterizadas as causas da perda da qualidade fisiológica das sementes: danos mecânicos totais (classes 1-8), danos mecânicos letais (classes 6-8), danos por umidade (classe 3) e danos provocados por percevejos (classes 1-8). Os potenciais de vigor, viabilidade e demais tipos de danos foram expressos em porcentagem.

A qualidade física das sementes foi avaliada por meio dos seguintes testes:

2.3.4 Massa de mil sementes

Foram usadas 8 repetições de 100 sementes provenientes da fração “sementes puras”, conforme as prescrições das Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

2.4 Análises estatísticas

Os dados das características avaliadas foram submetidas à análise de variância individual, considerando o nível de probabilidade do erro em 5% e aos testes adicionais de comparação de médias, que foram aplicados aos fatoriais 2 x 3 (teste de Tukey) e 2 x 5 (teste de Scott-Knott), ambos em nível de 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011). Todos os fatores foram considerados efeitos fixos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da máquina de limpeza

A máquina de limpeza estudada apresentava um jogo de 3 peneiras na parte superior com a primeira peneira apresentando perfuração circular de tamanho 9 mm, permitindo a passagem das sementes, retendo apenas os materiais maiores (grãos verdes, vagens, talos, hastes e restos de cultura). É a chamada operação de desfolha. O material destinado como sementes e outras impurezas caem sobre outra peneira (4,0 x 22 mm oblonga) com perfurações menores que o tamanho da semente (largura e espessura). Ao passar por esta peneira, o material menor que a semente cai e é coletado em uma bica de descarga. É a operação de peneiração. Ocorre simultaneamente a isso, a operação de aspiração pela qual são retirados os materiais leves da massa de sementes. Com isso, os lotes de sementes que eram alimentados na mesma tiveram retirados de seu conjunto as sementes de tamanho maior que 8,0 mm, o que causa uma diminuição na massa de mil sementes da cultivar BMX Potência RR. Na cultivar NK 7059 RR não houve interferência da máquina na mesma, pois esta cultivar tem característica de possuir sementes de tamanho menor (Quadro 2).

Para as características viabilidade, vigor, danos mecânicos totais (TZ 1-8), danos mecânicos letais (TZ 6-8), danos por percevejos (TZ 1-8) e danos por umidade (TZ 3) apresentados no Quadro 2, verifica-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) pelo teste F para os pontos amostrados. Os fatores ponto de amostragem e cultivares foram independentes para as variáveis resposta em questão. Para as variáveis resposta massa de mil sementes, germinação e envelhecimento acelerado, o fator ponto de amostragem teve efeito significativo, assim como o fator cultivar para a massa de mil sementes e envelhecimento acelerado. Por outro lado, não houve dependência entre os fatores apenas para a variável envelhecimento acelerado. Não houve mudança nos percentuais de danos por percevejos, danos por umidade e danos mecânicos em nenhuma das duas cultivares nos dois pontos amostrados. Fica evidente que a ação principal da máquina de limpeza é uma limpeza física e uma pré-seleção do material que potencialmente poderá tornar-se semente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Buitrago et al. (1991) que, trabalhando com sementes de feijão apenas em máquinas de ventiladores e peneiras (máquina de limpeza), não obtiveram melhora significativa nas qualidades fisiológica e sanitária das mesmas.

Quadro 2 – Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5) (%), vigor (TZ 1-3) (%), danos mecânicos totais (TZ 1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ 1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saída da máquina de limpeza. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011.

Pontos (P)	Massa de mil sementes (g)		Germinação (%)		Envelhecimento acelerado (%)		
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	162,63 A	168,67 A	89,50 A	87,95 A	84,60	88,40	86,50 A
Saída	157,30 B	167,80 A	86,60 B	88,95 A	81,35	86,10	83,72 B
	F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0448*		F(P) = 0,0000*		
	F(C) = 0,0000*		F(C) = 0,3931 ^{ns}		F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,0000*		F(PXC) = 0,0001*		F(PXC) = 0,4006 ^{ns}		
	CV (%) = 1,11	Média geral = 164,09	CV (%) = 2,36	Média geral = 88,25	CV (%) = 2,95	Média geral = 85,11	

Pontos (P)	Viabilidade TZ (%)			Vigor TZ (%)			Danos mecânicos (TZ 1-8) (%)		
	Cultivares (C)			Cultivares (C)			Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	84,50	86,65	85,57 A	60,20	64,70	62,45 A	26,45	20,80	23,62 A
Saída	83,95	87,00	85,47 A	58,55	65,45	62,00 A	24,75	19,95	22,35 A
	F(P) = 0,9050 ^{ns}			F(P) = 0,6984 ^{ns}			F(P) = 0,1435 ^{ns}		
	F(C) = 0,0026*			F(C) = 0,0000*			F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,5916 ^{ns}			F(PXC) = 0,3030 ^{ns}			F(PXC) = 0,6236 ^{ns}		
	CV (%) = 4,37	Média geral = 85,52		CV (%) = 8,32	Média geral = 62,22		CV (%) = 16,78	Média geral = 22,99	

Pontos (P)	Danos mecânicos (TZ 6-8) (%)			Danos por percevejos (TZ 1-8) (%)			Danos por umidade (TZ 3) (%)		
	Cultivares (C)			Cultivares (C)			Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	10,30	10,05	10,17 A	19,85	13,90	16,87 A	16,55	21,15	18,85 A
Saída	9,05	9,30	9,17 A	19,25	14,30	16,77 A	15,95	19,65	17,80 A
	F(P) = 0,1258 ^{ns}			F(P) = 0,9073 ^{ns}			F(P) = 0,1320 ^{ns}		
	F(C) = 0,9975 ^{ns}			F(C) = 0,0000*			F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,6998 ^{ns}			F(PXC) = 0,5610 ^{ns}			F(PXC) = 0,5161 ^{ns}		
	CV (%) = 29,86	Média geral = 9,67		CV (%) = 22,76	Média geral = 16,82		CV (%) = 16,83	Média geral = 18,32	

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

3.2 Avaliação do separador em espiral

A passagem da semente pelo separador em espiral (Quadro 3) aumentou o valor da massa de mil sementes das duas cultivares, provavelmente por ter eliminado sementes chochas e mal formadas que têm uma velocidade diferente das sementes redondas e perfeitas. A passagem pelo separador em espiral melhorou a germinação, a viabilidade (TZ) e o vigor (TZ) das sementes da cultivar BMX Potência RR, o mesmo não ocorrendo para a cultivar NK 7059 RR. Os resultados do teste de envelhecimento acelerado não mostrou diferença entre os pontos amostrados para nenhuma das cultivares, indicando que este teste foi menos sensível do que o teste de tetrazólio para detectar diferenças na qualidade fisiológica das amostras das sementes. Nas cultivares avaliadas, o separador em espiral não se apresentou eficiente na separação de sementes atacadas por percevejos. Em função do estágio fenológico da planta de soja em que ocorre o ataque de percevejos, a semente danificada pelos insetos pode não apresentar características morfológicas e físicas diferenciadas o suficiente para permitir a separação pelo equipamento.

O separador em espiral também não foi eficiente na redução do índice de danos mecânicos (TZ 1-8) e (TZ 6-8) e nem nos danos por umidade (TZ 3) em nenhuma das cultivares estudadas.

Quadro 3 – Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5)(%), vigor (TZ 1-3) (%), danos mecânicos totais(TZ 1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ 1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saída do separador em espiral. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011.

Pontos (P)	Massa de mil sementes (g)		Germinação (%)		Envelhecimento acelerado (%)		
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	159,70 B	167,27 B	89,80 B	90,00 A	82,90	87,75	85,32 A
Saída	163,54 A	168,96 A	91,40 A	89,55 A	83,15	86,90	85,02 A
	F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,2132 ^{ns}		F(P) = 0,6039 ^{ns}		
	F(C) = 0,0000*		F(C) = 0,0757 ^{ns}		F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,0004*		F(PXC) = 0,0282*		F(PXC) = 0,3425 ^{ns}		
	CV (%) = 0,78	Média geral = 164,86	CV (%) = 2,27	Média geral = 90,18	CV (%) = 3,02	Média geral = 85,17	

Pontos (P)	Viabilidade TZ (%)		Vigor TZ (%)		Danos mecânicos (TZ 1-8) (%)	
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)	
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR
Entrada	84,00 B	86,65 A	59,85 B	67,70 A	21,65 B	18,85 A
Saída	88,70 A	87,80 A	74,80 A	70,20 A	24,95 A	17,50 A
	F(P) = 0,0001*		F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,3363 ^{ns}	
	F(C) = 0,2050 ^{ns}		F(C) = 0,1482 ^{ns}		F(C) = 0,0000*	
	F(PXC) = 0,0114*		F(PXC) = 0,0000*		F(PXC) = 0,0237*	
	CV (%) = 3,53	Média geral = 86,78	CV (%) = 7,3	Média geral = 68,13	CV (%) = 21,73	Média geral = 20,73

Pontos (P)	Danos mecânicos (TZ 6-8) (%)			Danos por percevejos (TZ 1-8) (%)			Danos por umidade (TZ 3) (%)		
	Cultivares (C)			Cultivares (C)			Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	9,40	9,10	9,25 A	18,50	13,20	15,85 A	14,40	21,05	17,72 A
Saída	7,50	8,90	8,20 A	21,00	12,65	16,82 A	12,20	21,70	16,95 A
	F(P) = 0,0992 ^{ns}			F(P) = 0,5446 ^{ns}			F(P) = 0,3680 ^{ns}		
	F(C) = 0,3847 ^{ns}			F(C) = 0,0001*			F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,1806 ^{ns}			F(PXC) = 0,3441 ^{ns}			F(PXC) = 0,1000 ^{ns}		
	CV (%) = 32,24	Média geral = 8,72		CV (%) = 43,85	Média geral = 16,33		CV (%) = 22,07	Média geral = 17,33	

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Percebeu-se, na fração descarte, a presença de algumas sementes aptas. Isto condiz com Chaves (1975) que, testando um separador em espiral para sementes de soja com presença de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), constatou que, para separar as sementes de invasoras eficientemente, houve menor rendimento no aproveitamento das sementes de soja. Hesse e Peske (1981) ressepararam a fração rejeitada pela espiral e obtiveram sementes aptas desta separação, indicando que o separador em espiral não é muito preciso, provavelmente, devido à interferência do movimento de umas sementes sobre as outras.

3.3 Avaliação do padronizador

Carvalho e Nakagawa (2012) afirmam que as sementes de maior massa, por serem melhor nutridas durante o seu desenvolvimento, possuem embriões bem formados e com maior quantidade de reservas, sendo, por conseguinte, mais vigorosas, originando plântulas mais desenvolvidas. O vigor de sementes, no entanto, não depende só do potencial de desenvolvimento da semente no campo.

No Quadro 4 são apresentadas as diferenças entre as sementes oriundas de cada tamanho, podemos constatar a diferença de massa de mil sementes, onde as sementes retidas na peneira 5,5 mm são de 78% (cultivar BMX Potência RR) a 80% (cultivar NK 7059 RR) mais leves que as da retidas na peneira 6,5 mm. Os resultados de germinação e envelhecimento acelerado das sementes de tamanho 6,5 mm são superiores aos resultados das de tamanho 5,5 mm para as duas cultivares. A viabilidade (TZ) e o vigor (TZ) são superiores nas sementes de tamanho 6,5 mm em relação às de tamanho 5,5 mm para a cultivar NK 7059 RR. Na cultivar BMX Potência RR a viabilidade não se alterou da entrada para as saídas das duas peneiras do padronizador e o vigor (TZ) apresentou-se superior para as sementes de tamanho 6,5 mm em relação às de tamanho 5,5 mm após passarem pelo padronizador. Contudo, os dois tamanhos de sementes mostraram-se com valores de vigor inferiores aos valores da entrada.

Quadro 4 – Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5) (%), vigor (TZ 1-3) (%), danos mecânicos totais (TZ 1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ 1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saídas do padronizador. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011.

Pontos (P)	Massa de mil sementes (g)		Germinação (%)		Envelhecimento acelerado (%)			
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)			
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR		
Entrada	163,54 B	168,96 B	91,40 A	89,55 A	83,15	86,90	85,02 B	
Saída 6,5	187,90 A	193,85 A	92,15 A	89,70 A	86,10	88,55	87,32 A	
Saída 5,5	147,35 C	155,05 C	87,65 B	87,85 B	82,50	84,65	83,57 C	
	F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0000*			
	F(C) = 0,0000*		F(C) = 0,0003*		F(C) = 0,0000*			
	F(PXC) = 0,0001*		F(PXC) = 0,0093*		F(PXC) = 0,2734 ^{ns}			
	CV (%) = 0,70	Média geral = 169,44	CV (%) = 2,22	Média geral = 89,71	CV (%) = 2,75	Média geral = 85,30		
Pontos (P)	Viabilidade TZ (%)		Vigor TZ (%)		Danos mecânicos (TZ 1-8) (%)			
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)			
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR		
Entrada	88,70 A	87,80 A	74,80	70,20	72,50 A	24,95	17,50	21,22 B
Saída 6,5	86,65 A	88,05 A	70,10	69,10	69,60 B	26,90	21,50	24,20 A
Saída 5,5	87,85 A	84,75 B	66,85	64,00	65,42 C	22,85	18,65	20,75 B
	F(P) = 0,0310*		F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0065*			
	F(C) = 0,1484 ^{ns}		F(C) = 0,0026*		F(C) = 0,0000*			
	F(PXC) = 0,0104*		F(PXC) = 0,2776 ^{ns}		F(PXC) = 0,3647 ^{ns}			
	CV (%) = 3,74	Média geral = 87,3	CV (%) = 7,23	Média geral = 69,17	CV (%) = 23,36	Média geral = 22,05		
Pontos (P)	Danos mecânicos (TZ 6-8) (%)		Danos por percevejos (TZ 1-8) (%)		Danos por umidade (TZ 3) (%)			
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)			
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR		
Entrada	7,50 B	8,90 A	21,00 A	12,65 AB	12,20	21,70	16,95 A	
Saída 6,5	9,90 A	9,80 A	14,75 B	11,55 B	14,35	22,25	18,65 A	
Saída 5,5	7,15 B	11,00 A	19,70 A	15,30 A	14,45	20,80	17,62 A	
	F(P) = 0,0358*		F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,1832 ^{ns}			
	F(C) = 0,0012*		F(C) = 0,0000*		F(C) = 0,0000*			
	F(PXC) = 0,0083*		F(PXC) = 0,0121*		F(PXC) = 0,1004 ^{ns}			
	CV (%) = 31,19	Média geral = 9,04	CV (%) = 25,12	Média geral = 15,82	CV (%) = 18,45	Média geral = 17,62		

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Notou-se que as sementes da cultivar BMX Potência RR, após passarem pelo padronizador, apresentaram maior concentração de danos mecânicos letais (TZ 6-8) nas sementes de tamanho superior (6,5 mm), embora isto não tenha necessariamente se refletido nos índices de qualidade fisiológica estudados. Isto indica que o atributo vigor não depende exclusivamente do processo de desenvolvimento da planta no campo, mas também do manejo na colheita e processamento das sementes (KRZYŻANOWSKI, 1991). As duas cultivares tiveram os danos mecânicos totais (TZ 1-8) incrementados para as sementes de tamanho 6,5 mm, mostrando novamente que houve uma concentração deste tipo de dano nas sementes de tamanho maior. Estes resultados condizem com Krzyzanowski et al. (1991) que, avaliando sementes de soja classificadas por tamanho e sua precisão de semeadura e qualidade, encontrou índices de danos mecânicos mais elevados em sementes de tamanho maior, danos esses oriundos do processo de colheita das sementes. Também constataram que não houve efeito depreciativo da operação de beneficiamento na qualidade das sementes em três anos de estudo. Armstrong et al. (1988), também testando o efeito da padronização em sementes de soja, não encontraram incremento de danos mecânicos por estas operações.

Os danos por percevejo concentraram-se nas sementes de tamanho 5,5 mm para ambas as cultivares e o percentual de danos por umidade (TZ classe 3) das sementes não sofreu alteração após a massa de sementes ter sido estratificada por tamanho pelo padronizador. A maior parte das sementes danificadas por percevejos se concentra nos lotes de sementes de menor tamanho, pois tanto as ninfas quanto os insetos adultos obtêm seu alimento mediante a picada do tecido vegetal e posterior sucção dos conteúdos celulares de partes da planta e das sementes. Com isso, as sementes atacadas ficam menores, enrugadas e chochas (CORRÊA-FERREIRA et al., 2009).

3.4 Avaliação das mesas densimétricas das sementes de tamanho (diâmetro) 6,5 mm e 5,5 mm

Quanto aos atributos físicos, nas mesas densimétricas, as sementes de maior massa e maior qualidade se concentraram nas posições superiores de descarga, apresentando um aumento decrescente de qualidade à medida que as sementes migraram para as partes mais baixas (Quadros 5 e 6). Em relação à massa de mil sementes, para a cultivar BMX Potência RR em ambos tamanhos, houve melhoria significativa de valor nas três faixas amostradas (0-20, 20-40 e 40-60 cm) em relação aos valores de entrada. Para as sementes da cultivar NK 7059 RR, houve incremento na massa nas duas primeiras faixas (0-20 e 20-40 cm) em relação à entrada, já apresentando um valor inferior ao da entrada na faixa 40-60 cm para ambos tamanhos. Isto demonstra a eficiência da mesa densimétrica na separação por massa específica dentro de sementes de um mesmo calibre. Resultados semelhantes foram encontrados por Deschamps, citado por Villela et al. (2008), trabalhando com sementes de soja, e Fessel et al. (2003) com sementes de milho.

O índice de germinação para a cultivar BMX Potência RR já se apresentava alto (89,95% para tamanho 6,5 mm e 87,1% para tamanho 5,5 mm) no momento de alimentação da mesa e manteve-se estável e elevado em todas as faixas de saída de semente, apenas decrescendo (83,25% no tamanho 6,5 mm e 79,6% no tamanho 5,5 mm) na fração que foi destinada ao descarte. A cultivar NK 7059 RR também apresentou resultados de germinação iniciais altos (90,7% para tamanho 6,5 mm e 88,15% para tamanho 5,5 mm), mas teve uma extratificação mais diferenciada entre as faixas. No tamanho 6,5 mm a cultivar NK 7059 RR manteve a germinação constante, tendo uma ligeira queda na faixa 40-60 cm, quando apresentou resultado 88,9%, ainda assim satisfatório para sementes de soja. No tamanho 5,5 mm a estratificação da qualidade da semente da cultivar NK 7059 RR foi mais gradual e decrescente ao longo das faixas, começando com germinação de 88,15%, na primeira faixa (0-20 cm); 89,85%, na segunda faixa (20-40 cm); 88,25%, na terceira faixa (40-60 cm) 85,9% e descarte 81,25%. Resultados indicando a mesa densimétrica como equipamento de melhoria efetiva das qualidades físicas e fisiológicas de sementes foram também encontrados por Parde et al. (2002) em sementes de

soja; Nery et al. (2009) em sementes de nabo forrageiro; Mertz et al. (2007) em sementes de feijão miúdo; Baudet e Misra (1991) em sementes de milho.

Os resultados de envelhecimento acelerado, viabilidade (TZ) e vigor (TZ) (Quadros 5 e 6) foram decrescentes para as duas cultivares à medida em que a semente era retirada das partes inferiores da mesa densimétrica, para os dois tamanhos.

Na mesa densimétrica da semente de tamanho 6,5 mm (Quadro 5) houve redução dos danos mecânicos totais (TZ 1-8) para as duas cultivares nos dois pontos mais altos da mesa: 0-20 cm e 20-40 cm. Na mesa densimétrica da semente de tamanho 5,5 mm (Quadro 6), para os danos mecânicos totais (TZ 1-8) não se conseguiu nenhuma separação entre as amostras para a cultivar BMX Potência RR e para a cultivar NK 7059 RR o nível de danos mecânicos manteve-se estável até o ponto 40-60 cm, quando houve um incremento do dano deste ponto em diante aumentando até o ponto de descarte. Porém, quando são observados os danos mecânicos letais (TZ 6-8) das duas cultivares, verifica-se que houve uma melhor separação dos mesmos pelas duas mesas densimétricas, começando com índices mais baixos na parte alta da mesa e mantendo-se estável ou crescendo à medida em que se descia para a parte mais baixa da mesa. Esta separação física pode estar ocorrendo, pois os danos mecânicos mais severos conferem à semente características físicas mais fáceis de serem separadas por ar e vibração, tais como sementes com tegumentos trincados. Estes resultados explicam a melhora de qualidade fisiológica que a mesa densimétrica imprime à massa de sementes. Estes resultados coincidem com Parde et al. (2002) que, trabalhando com sementes de soja em uma unidade de beneficiamento, observaram que a máquina de ar e peneira e a mesa densimétrica melhoraram a germinação das sementes pela remoção de sementes danificadas.

Os danos por percevejos (TZ 1-8) tiveram uma boa estratificação para as duas cultivares, sendo que na mesa para a semente com tamanho 6,5 mm o índice reduziu de 11,97% (entrada) e decresceu até 11,15% no ponto 20-40 cm. A partir do ponto 40-60 cm houve um incremento deste tipo de dano pelo efeito de concentração do mesmo nas sementes de menor densidade que saíam pela parte mais baixa da mesa.

Quadro 5 – Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5)(%), vigor (TZ1-3) (%), danos mecânicos totais(TZ1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saídas da mesa densimétrica para tamanho 6,5 mm. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011.

Pontos (P)	Massa de mil sementes (g)		Germinação (%)		Envelhecimento acelerado (%)		
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	187,58 B	195,19 B	89,95	90,70	90,32 A	84,65 B	88,35 B
0 - 20 cm	189,23 A	197,21 A	90,80	90,60	90,70 A	85,75 A	91,45 A
20 - 40 cm	188,87 A	196,99 A	90,45	90,40	90,42 A	85,90 A	91,60 A
40 - 60 cm	188,67 A	193,41 C	88,95	88,90	88,92 B	84,25 B	87,65 B
Descarte	186,38 C	191,10 D	83,25	82,90	83,07 C	78,05 C	81,40 C
	F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0000*		
	F(C) = 0,0000*		F(C) = 0,9521 ^{ns}		F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,0000*		F(PXC) = 0,8583 ^{ns}		F(PXC) = 0,0300*		
	CV (%) = 0,44	Média geral = 191,46	CV (%) = 2,65	Média geral = 88,69	CV (%) = 2,73	Média geral = 85,90	

Pontos (P)	Viabilidade TZ (%)			Vigor TZ (%)			Danos mecânicos (TZ 1-8) (%)		
	Cultivares (C)			Cultivares (C)			Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	86,75	87,30	87,02 B	63,00	70,75	66,87 B	29,65	21,70	25,67 A
0 - 20 cm	89,40	89,25	89,32 A	68,10	74,85	70,05 A	27,45	19,25	23,35 B
20 - 40 cm	88,05	90,00	89,02 A	67,50	72,00	71,17 A	31,20	18,70	24,95 B
40 - 60 cm	85,35	85,00	85,17 C	57,35	67,00	62,17 C	30,50	21,10	25,80 A
Descarte	81,60	82,10	81,85 D	53,45	62,00	57,72 D	31,15	23,70	27,42 A
	F(P) = 0,0000*			F(P) = 0,0000*			F(P) = 0,0029*		
	F(C) = 0,2399 ^{ns}			F(C) = 0,0000*			F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,4630 ^{ns}			F(PXC) = 0,1709 ^{ns}			F(PXC) = 0,1009 ^{ns}		
	CV (%) = 3,47	Média geral = 86,48		CV (%) = 8,20	Média geral = 65,60		CV (%) = 18,0	Média geral = 25,44	

Pontos (P)	Danos mecânicos (TZ 6-8) (%)			Danos por percevejos (TZ 1-8) (%)			Danos por umidade (TZ 3) (%)		
	Cultivares (C)			Cultivares (C)			Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	10,40	10,60	10,50 C	13,25	10,70	11,97 B	15,30 A	20,80 A	
0 - 20 cm	7,40	7,95	7,67 D	12,30	8,60	10,45 C	16,70 A	19,30 B	
20 - 40 cm	8,55	8,15	8,35 D	14,00	8,30	11,15 C	15,95 A	22,40 A	
40 - 60 cm	10,95	12,80	11,87 B	15,15	10,45	12,80 B	16,30 A	18,80 B	
Descarte	14,90	15,10	15,00 A	16,75	13,15	14,95 A	14,30 A	17,55 B	
	F(P) = 0,0000*			F(P) = 0,0000*			F(P) = 0,0003*		
	F(C) = 0,1944 ^{ns}			F(C) = 0,0000*			F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,3902 ^{ns}			F(PXC) = 0,3274 ^{ns}			F(PXC) = 0,0122*		
	CV (%) = 24,40	Média geral = 10,68		CV (%) = 28,56	Média geral = 12,26		CV (%) = 17,70	Média geral = 17,74	

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

Na mesa para a semente de tamanho 5,5 mm as duas cultivares tiveram comportamento semelhante com relação aos danos por percevejos (TZ 1-8). Estes danos mantiveram-se estáveis desde a entrada até o ponto 20-40 cm e aumentando a partir do ponto 40-60. Estes resultados indicam que as mesas densimétricas das sementes dos dois tamanhos foram eficientes na estratificação dos danos por percevejos nos lotes processados. Sementes atacadas por insetos, dependendo da severidade do ataque, podem manter a mesma forma e as mesmas dimensões das não atacadas, porém são mais leves porque seu interior sofreu destruição parcial ou total (VAUGHAN et al., 1976). Estes resultados, coincidem com os encontrados por Assmann (1983) que, trabalhando com sementes de soja na mesa densimétrica, observou maior concentração de sementes danificadas por percevejos, na fração sementes leves. Esta informação, aliada à boa operação da mesa densimétrica, pode ser fundamental para a melhoria de lotes com este tipo de problema.

Os danos por umidade (TZ 3) não foram eliminados ou reduzidos por nenhuma das mesas densimétricas para a cultivar BMX Potência RR. A cultivar NK 7059 RR apresentou resultados irregulares ao longo das mesas densimétricas, provavelmente oriundos de efeito de amostragem, pois este tipo de dano não imprime nenhuma característica física passível de ser separada pelas máquinas de beneficiamento.

Quadro 6 – Resultados médios da massa de mil sementes (g), germinação (%), envelhecimento acelerado (%), viabilidade (TZ 1-5)(%), vigor (TZ1-3) (%), danos mecânicos totais(TZ1-8) (%), danos mecânicos letais (TZ 6-8) (%), danos por percevejos (TZ1-8) (%) e danos por umidade (TZ 3) (%), das sementes de duas cultivares de soja retiradas da entrada e saídas da mesa densimétrica para tamanho 5,5 mm. Faxinal, Estado do Paraná. Safra 2010/2011.

Pontos (P)	Massa de mil sementes (g)		Germinação (%)		Envelhecimento acelerado (%)		
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	146,730 B	152,615 C	87,10 A	88,15 B	83,30	87,35	85,32 B
0 - 20 cm	148,590 A	155,955 A	87,05 A	89,85 A	85,40	88,75	87,07 A
20 - 40 cm	148,145 A	153,475 B	87,45 A	88,25 B	84,95	87,65	86,30 A
40 - 60 cm	147,900 A	149,620 D	87,30 A	85,90 C	81,15	82,00	81,57 C
Descarte	146,695 B	149,505 D	79,60 B	81,20 D	77,90	79,40	78,65 D
	F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0000*		
	F(C) = 0,0000*		F(C) = 0,0046*		F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,0000*		F(PXC) = 0,0033*		F(PXC) = 0,0856 ^{ns}		
	CV (%) = 0,62	Média geral = 149,92	CV (%) = 2,78	Média geral = 86,18	CV (%) = 3,44	Média geral = 83,78	

Pontos (P)	Viabilidade TZ (%)		Vigor TZ (%)		Danos mecânicos (TZ 1-8) (%)	
	Cultivares (C)		Cultivares (C)		Cultivares (C)	
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR
Entrada	85,30 B	88,20 A	57,80 B	71,50 A	20,85 A	14,50 C
0 - 20 cm	89,20 A	89,30 A	66,00 A	68,60 A	21,20 A	14,20 C
20 - 40 cm	88,50 A	86,55 A	66,00 A	66,55 A	21,15 A	14,95 C
40 - 60 cm	87,40 A	83,85 B	64,05 A	65,85 A	22,95 A	17,70 B
Descarte	84,65 B	79,25 C	57,00 B	55,90 B	23,50 A	22,50 A
	F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0000*	
	F(C) = 0,0039*		F(C) = 0,0005*		F(C) = 0,0000*	
	F(PXC) = 0,0000*		F(PXC) = 0,0000*		F(PXC) = 0,0296*	
	CV (%) = 4,43	Média geral = 86,22	CV (%) = 10,98	Média geral = 63,92	CV (%) = 23,74	Média geral = 19,35

Pontos (P)	Danos mecânicos (TZ 6-8) (%)		Danos por percevejos (TZ 1-8) (%)			Danos por umidade (TZ 3) (%)		
	Cultivares (C)		Cultivares (C)			Cultivares (C)		
	BMX Potência RR	NK 7059 RR	BMX Potência RR	NK 7059 RR		BMX Potência RR	NK 7059 RR	
Entrada	9,05 A	7,70 C	20,05	14,55	17,30 B	14,40	19,00	16,70 A
0 - 20 cm	7,35 B	6,30 C	19,30	15,00	17,15 B	14,30	17,00	15,65 B
20 - 40 cm	7,20 B	8,50 C	19,35	14,80	17,07 B	16,00	19,55	17,77 A
40 - 60 cm	7,50 B	9,90 B	20,15	16,95	18,55 A	15,15	16,75	15,95 B
Descarte	9,90 A	15,00 A	22,25	17,10	19,67 A	16,65	18,10	17,37 A
	F(P) = 0,0000*		F(P) = 0,0112*			F(P) = 0,0251*		
	F(C) = 0,0044*		F(C) = 0,0000*			F(C) = 0,0000*		
	F(PXC) = 0,0000*		F(PXC) = 0,7284 ^{ns}			F(PXC) = 0,1924 ^{ns}		
	CV (%) = 35,48	Média geral = 8,84	CV (%) = 21,88	Média geral = 17,95	CV (%) = 20,31	Média geral = 16,69		

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott (1974).

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados neste trabalho, é possível concluir que:

- a máquina de limpeza estudada fez apenas uma limpeza física e uma pré-seleção da massa de sementes, não contribuindo para a melhoria da qualidade fisiológica;
- o separador em espiral avaliado não se apresentou eficiente na separação de sementes atacadas por percevejo nem contribuiu para a melhoria da qualidade fisiológica das sementes;
- o padronizador por tamanho evidenciou a concentração de danos mecânicos nas sementes de tamanhos maiores e os danos por percevejos nas sementes de tamanhos menores;
- sementes de soja descarregadas na parte alta da zona de descarga da mesa densimétrica apresentaram qualidades física e fisiológica significativamente superiores às sementes descarregadas nas partes intermediárias e baixa;
- a mesa densimétrica foi eficiente na redução da quantidade de sementes de soja com danos mecânicos e com danos por percevejos;
- não houve redução na quantidade de sementes com deterioração por umidade por nenhum equipamento do beneficiamento.

REFERÊNCIAS

AHRENS, D.C.; KRZYZANOWSKI, F.C. Efeito do beneficiamento de sementes de tremoço azul sobre suas qualidades física, fisiológica e sanitária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, p. 320-341, 1998.

ARMSTRONG, J.E.; BASKIN, C.C.; DELOUCHE, J.C. Effects of mechanically sizing soybean seed on seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.54-58, 1988.

ASSMANN, J.E. **Seed density and quality relationships in gravity graded soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed**. Mississippi State University, 1983. (Ph.D. Thesis).

BAUDET, L.; MISRA, M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.91-97, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. - Brasília: Mapa / ACS, 2009. 399 p.

BUITRAGO, I.C.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A.; SILVA, J.B. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.99-104, 1991.

CHAVES, J.C.M. Processing soybean seeds with spiral separators to remove Purple Moonflower and to improve seed quality. Mississippi State. Mississippi State University. 1975. 64 p. Dissertação Mestrado.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MINAMI, C.A. **Percevejos e a qualidade da semente de soja** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 15p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 67).

FACCION, C.E. **Qualidade de sementes de feijão durante o beneficiamento e armazenamento**. 49p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FESSEL, S.A.; SADER, R.; PAULA, R.C.; GALLI, J.A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.70-76, 2003.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da Produção de sementes de soja de alta qualidade – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 11p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 40).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. **O controle de qualidade inserido no sistema de produção de sementes**. Brasília: ABRASEM, 2004. p.34-38.

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

GREGG, B.R.; FAGUNDES, S.R. **Manual de operações da mesa de gravidade**. Brasília: AGIPLAN, 1975. 78p.

HESSE, S.R.; PESKE, S.T. Separador de espiral na remoção de sementes de feijão miúdo em sementes de soja. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v.4, n.1, p.1-17, 1981.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 7p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 55).

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.

LIMA, R.M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agrônômicos. Associação brasileira de produtores de sementes: **Anuário Abrasem**, Brasília, DF, p. 39-43, 1996.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; MAIA, M.S.; MENEGUELLO, G.E.; HENRIQUES, A.; MADAIL, R. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.3, p.1-8, 2007.

NERY, M.C.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, J.A.; KATAOKA, V.Y. Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.4, p.36-42, 2009.

NEVES, J.M.G. **Efeito do beneficiamento sobre a qualidade inicial de sementes de soja e após o armazenamento**. 58p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, A.; SADER, R.; KRZYZANOWSKI, F.C. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.59-66, 1999.

PARDE, S.R.; KAUSAL, R.T.; JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G. Mechanical damage to soybean seed during processing. **Journal of Stored Products Research**, v.38, n.4, p.385-394, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X01000406>>.

Acesso em: 23 jan. 2010.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Trad. por Charles Lingerfelt e Francisco Ferraz de Toledo. Brasília: Agiplan, 1976. 195p.

VILLELA, F.A.; BARROS, A.C.S.A.; MENEGHELLO, G.E. **Prospecção da produção técnico-científica em sementes**. Pelotas: Ed. Universitária, UFPel, 2008. 230 p.

WELCH, G.B. **Beneficiamento de Sementes no Brasil**. Publicado sob o Contrato AID/1ª 165 entre a Agência Norte Americana para o Desenvolvimento Internacional e a Universidade do Estado do Mississippi como atividade do Projeto IV.3 – Apoio ao Plano Nacional de Sementes do Ministério da Agricultura do Brasil. Fevereiro, 1973. 205 p.