**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Avaliação de danos causados por percevejos, de danos mecânicos e
de deterioração por umidade, em sementes de soja, utilizando a
técnica de análise de imagens**

Taís Leite Ferreira Pinto

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia**

**Piracicaba
2006**

Taís Leite Ferreira Pinto
Engenheiro Agrônomo

Avaliação de danos causados por percevejos, de danos mecânicos e de deterioração por umidade, em sementes de soja, utilizando a técnica de análise de imagens

Orientador:
Prof. Dr. **SILVIO MOURE CICERO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Pinto, Taís Leite Ferreira

Avaliação de danos causados por percevejos, de danos mecânicos e de deterioração por umidade, em sementes de soja, utilizando a técnica de análise de imagens / Taís Leite Ferreira Pinto. - - Piracicaba, 2006.
57 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Danos por fatores ambientais 2. Percevejo 3. Raios X 4. Sementes – Qualidade
5. Soja I. Título

CDD 633.34

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais,

Maria José e Sérgio

Por serem a razão da minha vida,
DEDICO

À minha querida avó Lurdes (in memoriam)

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo, Escola Superior “Luiz de Queiroz”, pela minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. Sílvio Moure Cicero pela dedicada orientação, por apresentar-se sempre receptivo as idéias e discussões, pela paciência, conhecimentos transmitidos, apoio e pelo grande exemplo profissional.

Ao amigo Dr. José de Barros França Neto pelo apoio irrestrito, conhecimentos transmitidos, pelo constante incentivo, imensa paciência, pela grande amizade e pelo exemplo de profissional e pessoa, a minha mais profunda gratidão e admiração.

Aos professores Ana Dionísia da Luz Coelho Novembre e Julio Marcos Filho pela amizade e importantes ensinamentos transmitidos.

À Eng. Agr^a. Ms. Helena M. C. Pescarin Chamma, pelo apoio, amizade, paciência e ensinamentos.

Ao funcionário e amigo Hodair Luiz Banzatto Junior pelos ensinamentos na área da informática, amizade, convívio e apoio.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes: Adilson, Ticão, Flávia e Bel pela amizade e convívio.

À Secretária do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Luciane Lopes Toledo, pela ajuda constante.

À coordenação do curso pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida no período de março de 2005 a agosto de 2005.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa concedida no período de setembro de 2005 a fevereiro de 2006 e apoio financeiro.

À empresa Sementes Adriana e Cooperativa Integrada pelo fornecimento das sementes utilizadas na pesquisa.

Aos amigos da empresa Sementes Adriana que muito me ajudaram e ensinaram: Dona Cleuza, Lena, Jane, Rosângela, Eva, Alessandra, Ivanilde, Darlene, Cleícia, Cadma, Serginho, Cristiano, Marcelo, Rodrigo Baierle, Alves, Odair, Leandro, Patrícia e Cláudio.

Aos funcionários da Embrapa Soja: Eliza Nakamura, George Haber e Vilma Stroka, pela realização do teste de tetrazólio.

Aos funcionários da APROSMAT, em especial, Dra. Fátima Zoratto e Eng. Agr^a. Luciana Aparecida Marques, pelos ensinamentos e ajuda.

Aos amigos do laboratório de sementes Victor Forti, Pedro, P-rô, Túlio, Francisco, Liana e Ana Lúcia pela amizade e auxílio em todos os momentos.

Aos amigos da pós: Saul, Russo, Barde, Vanessa, Fernanda, Sapatero, pelo convívio, amizade e agradável convivência.

À minha irmã Giovana; tias Leli, Silvana e Zezé; tios Nei e Madan e primas Tamara, Cássia e Rita, por tudo que representam para mim.

Aos meus amigos-irmãos: Carol, Bianca, Bã-d-id, Sumida, Rascuño, Dinho e Strogênio, pelos momentos inesquecíveis que passamos juntos e por representarem na minha vida o verdadeiro significado da palavra amizade.

Às queridas amigas Padrão, Uau, Ókici pelo ótimo convívio, companheirismo e pela grande amizade.

Ao coordenador da minha vida Flávio pelo amor, companheirismo e incentivo constante. Obrigada por fazer parte da minha vida!

Em fim, para todos aqueles que de alguma maneira colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

O FAZENDEIRO E OS FILHOS

Esopo

Um fazendeiro sentiu a morte próxima e chamou os filhos para contar um segredo.

- Meus filhos, eu vou morrer. Quero dizer que no nosso terreno há um tesouro escondido. Se vocês cavarem vão encontrar.

Logo que o pai morreu, os filhos pegaram as pás e ancinhos e reviraram o terreno de todo jeito procurando o tesouro. Não acharam nada, mas a terra trabalhada produziu uma colheita nunca vista.

O TRABALHO É O VERDADEIRO TESOURO

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
2 DESENVOLVIMENTO	12
2.1 Revisão Bibliográfica	12
2.1.1 Danos causados por percevejos	12
2.1.2 Danos mecânicos	16
2.1.3 Deterioração por umidade	18
2.1.4 Testes rápidos para a avaliação da qualidade de semente.....	21
2.1.4.1 Análise de imagens	21
2.1.4.2 Teste de tetrazólio	23
2.2 Material e Métodos	25
2.2.1 Caracterização das sementes	25
2.2.1.1 Teor de água	25
2.2.1.2 Teste de germinação	25
2.2.1.3 Teste de tetrazólio	25
2.2.1.4 Teste de envelhecimento acelerado.....	26
2.2.2 Detecção dos danos por percevejos, mecânicos e por umidade utilizando a técnica da análise de imagens	26
2.2.3 Detecção dos danos por percevejos, mecânicos e por umidade por meio do teste de tetrazólio.....	28
2.2.4 Análise dos dados e procedimento estatístico	28
2.3 Resultados e Discussão	29
2.3.1 Avaliação da qualidade inicial das sementes	29
2.3.2 Avaliação de danos por percevejos, mecânicos e por umidade utilizando a técnica da análise de imagens	30
2.3.3 Teste de tetrazólio	42
2.3.4 Análise de Correlação	44
3 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47

RESUMO

Avaliação de danos causados por percevejos, de danos mecânicos e deterioração por umidade, em sementes de soja, utilizando a técnica de análise de imagens

Entre os problemas envolvidos na produção de sementes de soja de alta qualidade destacam-se os causados por percevejos, os danos mecânicos e a deterioração por umidade, que resultam em perdas de germinação e de vigor. A técnica de análise de imagens (raios X) é um método de precisão que possibilita examinar, com detalhes, a região danificada ou alterada, sua localização e extensão. Por ser um método não destrutivo, as sementes em análise podem ser submetidas a testes fisiológicos e, desta forma, é possível estabelecer as relações de causa e efeito. Tendo em vista estes aspectos, o presente trabalho teve como objetivo utilizar a técnica de análise de imagens na identificação de danos em sementes de soja e avaliar sua eficiência comparando com os dados obtidos pelo teste de tetrazólio. Este trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Análise de Imagens e de Análise de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP. Sementes de diferentes lotes de um mesmo cultivar (BRS 184) foram submetidas ao teste de raios X e, posteriormente, destinadas ao teste de primeira contagem de germinação, de forma a relacionar os danos com os possíveis prejuízos proporcionados às sementes. Paralelamente, foi realizado o teste de tetrazólio visando comparação com o teste de raios X. Para a análise interpretativa dos testes, foram consideradas a severidade e a localização dos danos. Com os resultados obtidos, pode-se afirmar que a análise de imagens mostrou-se eficiente na detecção dos danos mecânicos, por percevejos e por umidade, havendo correlação positiva com os resultados obtidos pelo teste de tetrazólio.

Palavras-chave: teste de raios X; qualidade de sementes; *Glycine max* (L.) Merrill

ABSTRACT

Image analysis technique to evaluate chinch-bugs, mechanical and humidity damages in soybean seeds

Image analysis is a very promising technique to determine damages in seeds, which can result in losses of germination and vigor. This precise method examines seeds individually by using enlarged images in which damaged areas, as well their exact location and extension, can be found and examined in details. This is a non-destructive method, so analyzed seeds can be submitted to physiological tests to establish the relationship between damage and quality loss. The goal of this research was to study the use of image analysis technique (X-ray) to identify chinch-bugs, mechanical and humidity damages in soybean seeds. The research was carried out at Image Analysis and Seed Analysis Laboratories from Crop Science Department, "Luiz de Queiroz" College of Agriculture, University of São Paulo, in Piracicaba, SP, Brazil. Seeds of different lots of soybean, cultivar BRS 184, were submitted to the X-ray test and, consecutively, used for the first count of the germination test, in order to determine the possible relationship between cause and effect. Simultaneously, X-ray test was compared with the tetrazolium test. For the interpretation of the X-ray test, the severity and location of chinch-bugs, mechanical and humidity damages were considered. The results showed that X-ray test is efficient to detect these damages in soybean seeds.

Keywords: X –ray; seed quality; *Glycine max* (L.) Merrill

1 INTRODUÇÃO

O estabelecimento de uma lavoura com a população adequada de plantas é um dos fatores que mais contribui para assegurar o sucesso da produção e da obtenção de altos rendimentos e que depende fortemente da utilização de sementes de elevada qualidade. A utilização de sementes de soja com baixo vigor poderá resultar na necessidade de nova semeadura e tal prática resulta em prejuízos aos produtores, particularmente em termos de aumento do custo de produção.

Para a safra brasileira de soja de 2006/07, estima-se que serão semeados de 20 a 21 milhões de hectares (IBGE, 2006) e para atender esta demanda serão necessárias cerca de 1,2 milhões de toneladas de sementes.

Atualmente, apesar de toda tecnologia disponível, a qualidade das sementes de soja provenientes de algumas regiões tem sido comprometida pelos elevados índices de deterioração por umidade, de lesões ocasionadas por percevejos e de danos mecânicos.

Diante desta situação, é crescente a necessidade da utilização de métodos que permitam avaliar, de maneira ágil e eficiente, a qualidade das sementes e, desta forma, possibilitar a tomada de decisões referentes à colheita, beneficiamento, armazenamento e comercialização.

O teste mais utilizado atualmente para o controle de qualidade em semente de soja é o de tetrazólio, que apresenta inúmeras vantagens, como rapidez, custo baixo e proporciona um diagnóstico completo da semente.

Outro método que vem se mostrando eficiente em diagnosticar injúrias em sementes é o da análise de imagens de raios X, que é bastante promissor; as sementes podem ser examinadas individualmente em imagens ampliadas e capazes de indicar, com precisão, a área danificada ou alterada, sua localização e extensão. Por se tratar de método não destrutivo, as sementes podem ser submetidas a testes fisiológicos e, desta forma, permitir o estabelecimento da relação de causa e efeito. É um teste rápido e poderá ser muito útil em programas de controle de qualidade de sementes de soja, em que há necessidade de obtenção de informações em curto espaço de tempo para a tomada de decisões relativas aos lotes analisados.

Obando-Flor et al. (2004), trabalhando com análise de imagens visando detectar danos mecânicos em sementes de soja, observou que é possível detectar, também, os danos ocasionados por percevejo e por umidade.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da técnica de análise de imagens na identificação dos danos por percevejos, mecânicos e por umidade em sementes de soja, comparando esses resultados com os obtidos pelo teste de tetrazólio.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

As sementes de soja, devido as suas características morfológicas e químicas, destacam-se por serem bastante sensíveis à ação de fatores ambientais (MARCOS FILHO, 1979).

Até atingir o teor de água para colheita, as sementes são submetidas a uma série de condições adversas no campo, como ataque de fungos, insetos e, principalmente, contrações e expansões dos tecidos devido à absorção e perda de água. Associado a esses fatores, a ocorrência de danos mecânicos proporciona redução significativa de qualidade fisiológica. Embora sendo fatores distintos, todos resultam num ponto comum: a deterioração da semente (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

2.1.1 Danos causados por percevejos

Entre as pragas da soja, os percevejos (Heteroptera: Pentatomidae) são considerados os que causam os maiores prejuízos à cultura no Brasil (PANIZZU, 1975).

As espécies mais frequentemente encontradas nas lavouras de soja são *Nezara viridula*, *Piezodorus guildini* e *Euschistus heros*, havendo outras espécies como *Edessa mediatubunda*, *Acrosternum* spp, *Thyanta perditor* e *Dichelops* spp. (VILLAS BOAS et al., 1982). Alimentam-se pela inserção de seus estiletes em diferentes estruturas da planta; sugam, preferencialmente, as vagens, atingindo diretamente as sementes de soja. Os percevejos podem reduzir, significativamente, a produtividade, além de afetarem a qualidade das sementes (PANIZZU; SLANSKY JÚNIOR, 1985; RUSSIN et al., 1988; VILLAS-BÔAS et al., 1990; BRIER; ROGERS, 1991; PANIZZU et al., 2000; CORRÊA-FERREIRA; AZEVEDO, 2002). Segundo Todd e Herzog (1980), citados por Nunes e Corrêa-Ferreira (2002), os pentatomídeos fitófagos ao se alimentarem das sementes injetam saliva contendo enzimas digestivas e sugam o conteúdo liquefeito. O excesso de saliva ao redor do estilete solidifica-se formando uma bainha na superfície da vagem

(MILES, 1972). Essas bainhas têm sido utilizadas como indicadores da atividade alimentar de percevejos pentatomídeos (PANIZZI et al., 1995).

Quando os percevejos se alimentam das sementes de soja, eles inoculam a levedura *Nematospora coryli* Peglion (SINCLAIR; BACKMAN, 1989), agente causal da mancha-fermento (FERREIRA; LEHMAN; ALMEIDA, 1979). A colonização dos tecidos das sementes por essa levedura causa sérias necroses, resultando em perdas de germinação e de vigor (VILLAS BOAS, 1990); segundo Degrane e Vivian (2006) a perda do poder germinativo das sementes podem ultrapassar 50%.

As sementes picadas podem apresentar manchas típicas, podendo ser deformadas ou enrugadas, e tem sua composição química alterada, ou seja, o teor de proteína tende a aumentar, ocorrendo o inverso com o teor de óleo (VILLAS BOAS et al., 1982). Gazzoni (1998) acrescentou ainda que o ataque de percevejos durante a fase de formação de grãos ocasiona o aborto de grãos ou de vagens, reduz a produtividade e pode causar a retenção foliar ou presença de hastes verdes no momento da colheita.

Os sintomas de sementes com danos causados por percevejos são típicos, sendo facilmente identificados pelo teste de tetrazólio (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

Barros; Antepara e Wetzal (1979) identificaram, em trabalho avaliando a qualidade de sementes de soja com diferentes tipos de danos, que os danos provocados por percevejos foram os que mais afetaram a viabilidade e o vigor das sementes para os seis diferentes cultivares de soja estudados.

Os percevejos costumam colonizar as plantas de soja em diversos estádios de desenvolvimento. Porém, a capacidade de causar danos está limitada a sua alimentação das vagens e sementes, durante o período de formação das mesmas. Podem ser observadas populações desses insetos no período vegetativo, aumentando progressivamente na fase reprodutiva, com um crescimento exponencial e acelerado no final do ciclo da cultura, em especial em cultivares de ciclo médio ou tardio; este crescimento populacional é decorrente da intensa migração de insetos adultos, provenientes de lavouras recém-colhidas, em busca de melhores condições de abrigo, alimentação e reprodução (GAZZONI, 1998).

Côrrea-Ferreira (2005) estudando os efeitos das populações de *E. heros* e *P. guildinii*, presentes nas lavouras de soja nos meses de novembro e dezembro, antes do aparecimento das vagens, observou que os mesmos não causam reduções no rendimento e na qualidade das sementes e, portanto, medidas de controle para percevejos, da fase final do período vegetativo ao florescimento da soja, não se justificam.

Pesquisas comprovam que os danos causados por percevejos, mesmo em altas populações, variam em função dos cultivares e da época de semeadura.

Miranda et al. (1979), Rossetto et al. (1995) e Souza e Toledo (1995) enfatizaram o uso de cultivares resistentes de soja como o método ideal para o controle de percevejos. Entretanto, o melhoramento genético dirigido para a produção e para a qualidade das plantas, ou de seus derivados, pode modificar os mecanismos de resistência, tornando as plantas mais vulneráveis a insetos-praga. Por isto, é importante testar novos cultivares, oriundos do melhoramento genético, ao ataque de pragas antes de serem liberadas aos agricultores.

Rossetto et al. (1995) e Arias et al. (1999), citados por Krzyzanowski e França Neto (2003), constataram pelo menos cinco mecanismos de resistência ao dano por percevejos: menor período de enchimento de vagens; maior número de sementes; rejeição de vagens novas danificadas e substituição por novas vagens; senescência normal com queda das folhas na maturação; resistência à levedura *Nematospora coryli* transmitida pelo percevejo.

Belorte et al. (2003) avaliando os danos causados por percevejos pentatomídeos às sementes de cinco cultivares de soja (IAC-18, Conquista, Goiânia, IAC 8-2 e Jataí), na região de Araçatuba-SP, constataram que o cultivar IAC-18, mesmo na presença de percevejos, é produtivo, enquanto que os cultivares Jataí e IAC 8-2 são altamente suscetíveis aos danos provocados por estes insetos.

Jensen e Menson (1972) verificaram, em 17 cultivares de soja, que a região da lesão de percevejo, talvez, seja mais importante do que o número de picadas do inseto. Os autores acrescentaram, ainda, que uma lesão no eixo hipocótilo-radícula pode comprometer severamente o vigor.

A fase crítica de incidência de percevejos na lavoura de soja ocorre durante o desenvolvimento ou o enchimento das vagens. A recomendação da Embrapa Soja (2006) é de executar as vistorias para avaliação da ocorrência dos percevejos entre o início de formação de vagens (R3) até a maturidade fisiológica (R7). A recomendação feita pela Embrapa Soja (2005) para o estado do Paraná, é de iniciar o controle quando forem encontrados quatro percevejos adultos ou ninfas com mais de 0,5cm por metro linear para campos de produção de grãos de soja, enquanto que, para campos de produção de sementes, o nível deve ser reduzido para dois percevejos por metro linear. Porém, para a região Centro-Oeste o nível de controle recomendado é mais rígido; segundo Embrapa Soja (2006), o controle deve ser iniciado quando forem encontrados dois percevejos adultos ou ninfas com mais de 0,5cm por metro linear para campos de produção de grãos de soja e reduzido para um percevejo por metro linear em campos de produção de sementes. Segundo Panizzi e Slansky (1985), Fernandes *et al.* (1990), Cividanes e Parra (1994), citados por Costa; Borges e Vilela (1998), o fenômeno do aumento da incidência da espécie *Euschistus heros* em certas áreas brasileiras parece estar relacionado com uma melhor adaptação às regiões de temperaturas elevadas, sendo encontrada desde o norte do Paraná até as regiões centrais do Brasil, fato que pode explicar a maior rigidez no controle de percevejos na região Centro-Oeste.

Panizzi et al. (1979) observaram que, associada às sementes danificadas por *Piezodorus guildinii*, encontrou-se alta proporção de microrganismos, dentre os quais, *Fusarium sp.* que infectou mais de 30% de sementes lesionadas pelo referido percevejo.

Corso et al. (1978) estudando os efeitos da associação entre percevejos e fungos que atacam a parte aérea das plantas de soja, depois da floração, no rendimento e seus componentes e na qualidade das sementes, concluíram que a interação fungo x percevejos só tiveram efeito significativo na característica peso de mil sementes.

Conforme Gazzoni (1994) são efetuadas, em média, 1,2 aplicações de inseticidas para controle de percevejos fitófagos em soja, no Estado do Paraná. O autor estimou que, do volume total de inseticidas utilizado no controle de pragas de soja,

cerca de 30%, equivalentes a 13-17 milhões de dólares, sejam empregados no controle de percevejos.

Costa et al. (2003) procurando caracterizar os principais fatores responsáveis pela redução da qualidade de sementes de soja, observaram que lotes de sementes que apresentaram incidência de lesões de percevejos na faixa de 5% não tiveram o vigor das sementes afetado. Contudo, a partir de 6% de danos, começou ocorrer declínio significativo do vigor das sementes.

2.1.2 Danos mecânicos

Os danos mecânicos são resultantes dos impactos, cortes, pressões ou abrasões ocorridas durante a semeadura, colheita, trilha, transporte e beneficiamento. Dentro do processo de produção de sementes, a injúria mecânica é uma das mais importantes causas da redução da qualidade da semente de soja. Estas injúrias não podem ser totalmente evitadas, mas sua extensão e severidade podem ser grandemente atenuadas (POPINIGIS, 1985).

A semente de soja é muito sensível ao dano mecânico, uma vez que as partes vitais do eixo embrionário (radícula, hipocótilo e plúmula), estão situadas sob um tegumento pouco espesso, que praticamente não lhe oferece proteção (FRANÇA NETO; HENNING, 1984), sendo, então, a injúria mecânica, causada durante os processos de colheita e de beneficiamento das sementes, uma das principais causas da redução da sua qualidade (PAIVA; MEDEIROS; FRAGA, 2000), podendo levar à condenação dos lotes de sementes.

Segundo Costa et al. (2001) os impactos causados pelos mecanismos de trilha da máquina colhedora geralmente são a maior fonte de danos mecânicos causados às sementes e aos grãos de soja.

A consequência do impacto mecânico sobre a semente de soja, varia de acordo com a posição de ocorrência do dano. As regiões do eixo embrionário, oposta ao hilo, oposta à região do eixo embrionário, do hilo e da região dos cotilédones situadas paralelamente ao eixo embrionário foram, respectivamente, as posições que mais influenciaram para queda do vigor das sementes (BARSTCH et al., 1986).

Bunch (1962) concluiu que sementes mecanicamente danificadas não mantêm o vigor e a viabilidade durante o armazenamento, pois os danos interferem na taxa de respiração e permitem a entrada de microrganismos. Baudet; Popinigis e Peske (1978) acrescentaram que os danos mecânicos em sementes de soja são mais evidenciados no decorrer de 180 dias de armazenamento.

Andrews (1965) e Delouche (1967) confirmaram que a danificação é causada por choques e/ou abrasões contra superfícies duras ou contra outras sementes, resultando em sementes quebradas, danificadas, fragmentadas e trincadas; sementes com tais danos apresentam redução da germinação e do vigor.

Baudet; Popinigis e Peske (1978) mencionaram os efeitos imediatos e latentes causados pelos danos mecânicos. Imediatos, quando as sementes tornam-se incapazes de germinar logo após sofrerem o dano mecânico. Latentes, quando a germinação não é prontamente afetada, mas o vigor e o potencial de armazenamento são reduzidos. No segundo caso, as sementes deterioram-se mais rapidamente durante a armazenagem ou sucumbem facilmente em condições adversas de campo, quando semeadas.

Um dos fatores que influenciam na suscetibilidade da semente ao dano mecânico é o grau de umidade das sementes durante os processos de colheita e beneficiamento. Sementes com baixos teores de água (8%) são mais suscetíveis ao dano mecânico imediato, resultando em reduções significativas da germinação, do que lotes de sementes com maiores teores de água (13%) (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

A susceptibilidade do tegumento da semente ao dano mecânico se constitui em caráter importante para a qualidade de sementes de soja, a qual está intimamente relacionada com a variabilidade genética (CARBONELL, 1991).

Estudos mais recentes têm comprovado a relação direta entre a resistência aos danos mecânicos e o teor de lignina no tegumento das sementes de soja, determinando comportamento diferencial entre cultivares (ALVAREZ, 1994). Este mesmo autor concluiu que o conteúdo de lignina no tegumento da semente de soja apresenta-se maior nos cultivares com maior resistência aos danos mecânicos. Valores superiores a

5% de lignina no tegumento são bons indicativos de sementes com resistência ao referido dano.

Alvarez (1994) separou as sementes dos cultivares FT-2, FT-10 e IAC-2, de acordo como teor de lignina presentes no tegumento, conferindo-lhes diferentes comportamentos quanto à resistência aos danos mecânicos, sendo que o cultivar FT-2 possuía 6,19% de lignina (maior resistência), FT-10 com 5,28% (medianamente resistente) e IAC-2 com 4,21% (menor resistência).

A lignificação do tegumento é uma característica relevante, pois confere resistência mecânica ao tecido e protege a parede celulósica do ataque de microorganismos (RIJO; VASCONCELOS, 1983, citado por OBANDO- FLOR, 2004).

A lignina é o terceiro maior componente da parede celular e o principal constituinte da substância intercelular, responsável pela manutenção da integridade e coesão estrutural das fibras vegetais (COWLING; KIRK, 1976).

Dentre os testes utilizados para detectar danos mecânicos, o teste de tetrazólio tem se destacado, principalmente para soja, devido a sua rapidez e precisão. Este é capaz de identificar três tipos de danos mecânicos: rachaduras, amassamentos e abrasões (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1999).

2.1.3 Deterioração por umidade

Em regiões localizadas ao norte do paralelo 24°S, oscilações freqüentes de temperatura, associadas a chuvas durante o período de maturação da soja, também tem sido detectadas como fatores que contribuem de forma relevante para a redução das qualidades fisiológica e sanitária das sementes de soja (COSTA et al., 1994).

A região tropical, devido ao clima predominantemente quente e úmido, propicia o desenvolvimento da deterioração por umidade, que é um dos fatores mais importantes que afetam a qualidade de sementes de soja (KRZYZANOWSKI, 2004).

No ponto de maturidade fisiológica, o elevado teor de água das sementes e das vagens impede a execução da colheita mecânica. Assim sendo, as sementes devem permanecer no campo até a maturidade morfológica, período em que é atingido o teor de água adequado para a colheita mecânica. A fase compreendida entre a maturidade fisiológica e a morfológica, na qual as sementes permanecem no campo, pode ser

considerada como um período de armazenagem e raramente as condições climáticas são favoráveis para tal (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Segundo Modragon e Potts (1974), citados por França Neto e Henning (1992), o processo de deterioração de sementes é mais acentuado, principalmente, na fase final de maturação das sementes, quando pela primeira vez, o teor de água baixa para 25%.

O ponto de maturidade fisiológica (R7) seria, teoricamente, o momento mais indicado para a colheita de semente de soja, pois é o ponto em que se obtém a melhor qualidade, porém neste estágio o teor de água é bastante elevado (acima de 45%) e, a partir desta fase, a qualidade da semente irá decrescer como consequência do processo de deterioração (FRANÇA NETO; HENNING, 1984). O ponto de maturidade fisiológica é atingido quando as sementes alcançam o máximo acúmulo de matéria seca (HARRINGTON, 1972; MARCOS FILHO, 2005) e neste ponto que se verificam a máxima germinação e o máximo vigor (POPININGIS, 1985).

O reconhecimento prático da maturidade fisiológica é importante, pois caracteriza o momento em que a semente se desliga fisiologicamente da planta e passa a sofrer maior influência da condição ambiental (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987).

Conforme França Neto e Henning (1984), a deterioração das sementes no campo envolve as seguintes fases: alterações físicas, fisiológicas e sanitárias. A alteração física é ocasionada pelas sucessivas expansões e contrações do volume das sementes (decorrentes das oscilações de umidade e temperatura) que ocasionam a formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo, devido à ausência da camada tegumentar composta por células em forma de “ampulheta” da hipoderme, de modo que as expansões e contrações não são atenuadas (MARCOS FILHO, 2005). Além disso, ocorre o cansaço físico dos tecidos, que pode resultar em ruptura do tegumento e dos tecidos embrionários, comprometendo o controle de permeabilidade das membranas em níveis celular e sub-celular. Organelas, como os mitocôndrias, são particularmente afetadas por tal processo, havendo menor produção de energia (ATP) necessária para a germinação.

Sementes com tegumentos impermeáveis à água são menos afetadas pelas flutuações do conteúdo de água que podem ocorrer no campo quando se alternam períodos úmidos e secos, após a fase de maturidade (POTTS et al., 1978).

De acordo com Popinigis (1985), a estrutura responsável pela impermeabilidade do tegumento é a camada de células em paliçada, cujas paredes celulares são espessas e recobertas externamente por uma camada cuticular cerosa. Trabalhos realizados visando obtenção de genótipos tolerantes a deterioração, mostram que a impermeabilidade do tegumento da semente de soja constitui importante mecanismo de tolerância à deterioração em regiões de baixa altitude (REIS et al., 1991).

A alteração fisiológica, em consequência do processo de deterioração, é acentuada inicialmente pelo aumento do índice de respiração das sementes, resultando na produção de grandes quantidades de CO₂. Conseqüentemente, ocorre uma diminuição de massa devido ao consumo do material de reserva que normalmente seria utilizado durante a germinação. Além disso, ocorrem a degradação de lipídios e proteínas, redução da atividade enzimática e queda de germinação e vigor (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

O retardamento da colheita também pode propiciar o aumento da infecção de sementes por patógenos de origens fúngicas, bacterianas e virais, além de nematóides. As doenças causadas por esses organismos patogênicos são muito importantes, pois podem afetar seriamente tanto o rendimento quanto a qualidade da semente. Fungos como *Diaporthe phaseolorum* (Cke. & Ell) var. *sojae* Wehm., *Colletotrichum dematium* (Pers. Ex Fr.) Grove var. *truncada* (Schw.) Arx., *Cercospora kikuchii* (T. Matsu & Tomoyasu) Chupp e *Phomopsis sojae*, podem afetar plantas, vagens e sementes em vários estádios de desenvolvimento da planta (COSTA et al., 2003), sendo *Phomopsis sojae* e *Fusarium semitectum* os dois principais fungos causadores de deterioração da semente de soja no Brasil (FRANÇA NETO; HENNING, 1984).

Além das consequências diretas na qualidade das sementes, a deterioração por umidade pode resultar em maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que sementes deterioradas são mais susceptíveis aos danos mecânicos (FRANÇA NETO; HENNING, 1984; MARCOS FILHO, 2005).

O produtor de sementes não pode controlar as condições climáticas durante o período de colheita, mas algumas medidas podem ser tomadas para limitar a extensão e a severidade da deterioração da semente: estas devem ser colhidas quando atingem a maturidade morfológica (14% a 15% de conteúdo de umidade) (DELOUCHE, 1974).

Krzyzanowski (2004) acrescentou como outras práticas para minorar as consequências da deterioração no campo: seleção da região mais propícia à produção de sementes; a semeadura na época mais adequada para a produção de sementes; a utilização de fungicidas foliares; adubação balanceada e o manejo de percevejos.

2.1.4 Testes rápidos para a avaliação da qualidade de semente

2.1.4.1 Análise de imagens

A análise de imagens, obtido por meio de raios X, baseia-se no princípio no qual a semente é submetida a um feixe de radiação, na faixa espectral dos raios X, proveniente de uma fonte emissora. Parte dessa radiação é absorvida pelos elementos componentes da semente e parte é transmitida atingindo uma emulsão fotográfica, a qual é sensibilizada pela radiação incidente, resultando em uma imagem em diferentes níveis de cinza. Na imagem, os níveis de cinza mais escuros representam maior quantidade de radiação transmitida pela semente enquanto que, progressivamente, os níveis mais claros representam diferentes porcentagens de absorção por parte dos elementos constituintes da semente. A análise interpretativa dessas variações de níveis de cinza indica as características de composição e organização (estrutura) interna da semente (BINO; AARTSE; VAN DER BURG, 1993).

Conforme a ISTA (1995), as diferentes partes da semente absorvem diferentes intensidades de raios X e, conseqüentemente, são diferenciadas na imagem de raios X, sendo possível identificar a estrutura e a extensão do desenvolvimento do embrião e do endosperma, detectar injúrias mecânicas e danos provocados por pragas e patógenos.

O referido teste pode revelar deficiências morfológicas das sementes, relacionadas com o potencial para a viabilidade (COPELAND; MC DONALD, 1985).

Segundo Bino; Aartse e Van der Burg, (1993) e ISTA (1995), o método de avaliação de sementes por raios X é simples, rápido, não destrutivo e eficiente para avaliação da morfologia de sementes que podem ou não terem sofrido mutação. Através da imagem de raios X é possível visualizar a estrutura da semente, identificando possíveis alterações, particularmente com referência ao eixo embrionário.

A viabilidade das sementes submetidas ao comprimento de onda dos raios X não é comprometida devido às baixas intensidades utilizadas.

Conforme Carvalho et al. (1999), a análise de imagens também foi eficiente em detectar danos internos provocados por estresses hídrico e térmico, principalmente ocasionados ao longo do eixo embrionário, que são invisíveis ao olho humano e, também, danos externos ocasionados durante a colheita, devido aos impactos mecânicos, em sementes de milho. Girardin; Chavagnat e Bockstaller (1993) também confirmaram que o método de análise por raios X é o melhor método não destrutivo para detectar danos mecânicos internos e externos em sementes.

Cicero et al. (1998), utilizando imagens digitais de raios X, avaliaram os efeitos de danos mecânicos na qualidade de sementes de milho e concluíram que a técnica pode ser utilizada para avaliar os danos mecânicos localizados externa e internamente nas sementes, diretamente relacionados com as anormalidades de plântulas ou com a morte dos embriões.

Cada equipamento de raios X possui um determinado valor de quantidade de radiação a ser emitida, podendo variar o tempo de exposição da semente à radiação incidente, tempo esse que varia de acordo com a espécie em estudo. Para avaliação de danos na espécie *Arabidopsis*, Bino; Aartse e Van der Burg (1993) utilizaram intensidade de radiação de 10 kV durante 45 segundos. Cicero et al. (1998) e Cícero e Banzatto Junior (2004) utilizaram 15 kV, durante cinco minutos de tempo de exposição, para avaliar danos mecânicos em sementes de milho. Carvalho et al. (1999), em estudos com sementes da mesma espécie (milho), utilizou à mesma intensidade (15 kV), porém com um tempo de exposição de 2,5 minutos. Já, Smith e Grabe (1985) expuseram as sementes de milho a uma radiação de 20 kV durante seis minutos. Obando-Flor et al. (2004) utilizaram radiação de 20 kV e tempo de exposição de 45 segundos para detectar danos mecânicos em sementes de soja.

Os trabalhos referentes à avaliação de danos em sementes por métodos não destrutivos, como o de análise de imagens, obtidos por raios X, são escassos e utilizados em poucas espécies, como em sementes de *Pinus spp* (SIMAK, 1984; SAHLÉN; BERGSTEN; WIKLUND, 1995), milho (SMITH; GRABE, 1985; CARVALHO et al., 1999; CICERO et al., 1998; OBANDO- FLOR, 2000; CICERO; BANZATTO JUNIOR,

2004), algumas cucurbitáceas (KAMRA, 1966; OBANDO-FLOR; CARVALHO; COSTA, 2001), tomate (LIU et al. 1997) e diversas espécies florestais (SWAMINATHAN; KAMRA, 1961; OLIVEIRA, 2000; MACHADO, 2002). Obando-Flor et al. (2004), em estudo conduzido com sementes de soja, detectou, através da análise de imagens, danos mecânicos externos e internos e que se correlacionaram positivamente com o teste de tetrazólio e com a viabilidade das sementes e, também, observou que é possível, através desta técnica, detectar danos por percevejos e por umidade.

Recentemente, Craviotto et al. (2006) verificou que o uso da técnica de raios X é eficiente para diagnosticar danos por percevejos em sementes de soja ainda em formação, no interior das vagens.

2.1.4.2 Teste de tetrazólio

Dentre os diversos métodos para avaliar a qualidade de sementes de soja utilizada pela indústria de sementes no Brasil, o teste de tetrazólio tem se destacado, devido à sua rapidez, precisão e, também, pelo grande número de informações fornecidas pelo mesmo (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998). Em estudos conduzidos por Pereira e Andrews (1976), o teste de tetrazólio apresentou boa correlação com a emergência em campo para sementes perfeitas, sementes enrugadas e sementes verdes.

O teste de tetrazólio, além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, fornece o diagnóstico das possíveis causas responsáveis pela redução de sua qualidade como danos mecânicos, deterioração por umidade e danos por percevejo, que são os problemas que mais comumente afetam a qualidade fisiológica das sementes de soja. Porém, além desses, os danos causados pela secagem, estresse hídrico e geada podem, também, serem facilmente visualizados pelo teste (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

A avaliação de viabilidade e do vigor por meio do teste de tetrazólio é realizada com eficiência por analistas experientes. Entretanto, ainda há dificuldades na sua padronização porque requer interpretação pessoal do analista, muitas vezes subjetiva, além da impossibilidade de identificar a presença de patógenos e de verificar a eficiência de tratamento químico (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987). Para

sementes de soja, essa limitação foi, em grande parte, superada com a publicação detalhada da metodologia do teste por França Neto et al. (1988, 1998, 1999).

Os resultados obtidos pelo teste de tetrazólio apresentam boas correlações com os obtidos por outros testes destinados à avaliação da qualidade. Costa; França Neto e Oliveira (1988), trabalhando com 10 lotes de sementes de soja, constataram que o vigor determinado pelo teste de tetrazólio apresentou relação positiva com os valores de emergência das plântulas em campo e com o teste de envelhecimento acelerado.

Segundo França Neto; Krzyzanowski e Costa (1998), o teste de tetrazólio apresenta como vantagens: não é afetado por diversas condições que podem influenciar o teste de germinação; foca a atenção às condições física e fisiológica do embrião individualizadamente, que permite rápida avaliação da viabilidade e do vigor (18 horas para a soja); permite a identificação de diferentes níveis de vigor; fornece o diagnóstico da causa da queda da viabilidade das sementes; o equipamento necessário é simples e barato; um analista experiente pode ter um rendimento de quatro a cinco amostras (2x50 sementes) por hora de trabalho.

Porém, o teste de tetrazólio apresenta algumas limitações como necessidade de pessoal capacitado para conduzi-lo, há necessidade de um número de horas de trabalho por amostra superior ao teste de germinação, não identifica sementes dormentes, não determina a proporção de sementes duras na amostra, nem a presença de patógenos, não permite verificar a eficiência de um tratamento químico, nem as injúrias que este pode causar e existem, ainda, algumas dificuldades quanto à padronização de interpretação do teste (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987).

2.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida nos Laboratórios de Análise de Imagens e de Análise de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, SP.

Os tratamentos constituíram de sementes de soja de quatro lotes de um mesmo cultivar, BRS 184, provenientes do município de Londrina, PR, da safra 2005/2006.

2.2.1 Caracterização das sementes

Para a determinação da qualidade inicial, as sementes dos quatro lotes, foram submetidas aos testes discriminados a seguir.

2.2.1.1 Teor de água

Foi determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}/24$ horas (BRASIL, 1992). Os resultados, expressos em percentagem, foram calculados com base no peso úmido (Bu).

2.2.1.2 Teste de germinação

Para avaliação da germinação, 200 sementes de cada lote, tomadas ao acaso, foram divididas em quatro sub-amostras de 50 sementes. Utilizou-se rolo de papel “germitest” como substrato e umedecimento com água equivalente a 2,5 vezes a sua massa. O germinador foi regulado a 25°C e as avaliações foram efetuadas seguindo-se os critérios estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

2.2.1.3 Teste de tetrazólio

Foram utilizadas duas sub-amostras de 50 sementes, de cada lote, tomadas ao acaso. As sementes foram pré-condicionadas em papel toalha convenientemente umedecido, durante 16 horas, em germinador a 25°C . Decorrido esse período, as sementes foram colocadas em copinhos de plástico, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio a 0,075%, durante 180 minutos, a 40°C , no escuro, em

germinador. Em seguida, as sementes foram lavadas e avaliadas individualmente, computando-se como número de sementes potencialmente germináveis aquelas incluídas nas classes de 1 a 5 e, como potencialmente vigorosas, aquelas incluídas nas classes 1 a 3, conforme proposto por França Neto; Krzyzanowski e Costa (1999).

2.2.1.4 Teste de envelhecimento acelerado

Foram utilizadas aproximadamente 220 sementes de cada lote, colocadas em caixas plásticas de germinação, sobre uma tela de aço inox, contendo 40 ml de água deionizada, que foram mantidas em câmara de envelhecimento sob 42⁰C e 100% de umidade relativa do ar (MARCOS FILHO, 1999). Após 48 horas, as sementes foram colocadas para germinar da mesma maneira descrita para o teste de germinação. A avaliação de plântulas normais foi realizada conforme a prescrição das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

2.2.2 Detecção dos danos por percevejos, mecânicos e por umidade utilizando a técnica da análise de imagens

Para a detecção dos danos, as sementes foram submetidas ao teste de raios X. Foram utilizadas 5 repetições com 50 sementes de cada tratamento. As sementes foram colocadas em alvéolos individualizados de uma placa acrílica, fixadas por baixo com fita adesiva transparente, mantendo-as posicionadas de maneira que o eixo embrionário ficasse situado paralelamente em relação à placa (Figura 1a). A placa de acrílico contendo as sementes foi colocada diretamente sobre um filme de raios X (Kodak MIN-R 2000, tamanho de 18x24 cm), a uma distância de 40 cm da fonte de raios X. As imagens foram obtidas com intensidade de 25 kV e 40 segundos de exposição, utilizando-se equipamento FAXITRON X-Ray, modelo MX-20. A revelação foi efetuada numa processadora Hope X-Ray, modelo 319 Micromax. Posteriormente, as imagens dos filmes de raios X foram capturadas por um scanner Umax, modelo Powerlook 1100, para ampliação e visualização em computador Pentium III (600 MHZ, memória de 256 MB, HD Ultra SCSI de 20 GB e monitor de 21 polegadas) (Figura 1b).

Figura 1 - Semente de soja, indicando a posição para realizar o teste de raios X (a) e imagem da semente após ser submetida ao teste (b)

Com a finalidade de averiguar a eficiência do teste de raios X na detecção de danos, independente do local onde estes se encontram, sementes pré-selecionadas foram submetidas à radiação em posições diametralmente opostas.

Com o intuito de avaliar a interferência dos danos por percevejos, mecânicos e por umidade, detectados pela análise de imagens, no vigor das sementes, estas foram previamente identificadas e submetidas ao teste de primeira contagem de germinação (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987), mediante a utilização de substrato de rolo de papel-toalha germitest, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa, em temperatura de 25⁰C. As sementes foram semeadas em grupo de 10 (no terço superior do substrato, para permitir o desenvolvimento das plântulas de maneira individualizada). A interpretação foi efetuada 5 dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Em seguida foram fotografadas individualmente todas as plântulas normais, anormais e as sementes que não germinaram, utilizando-se uma câmera digital Nikon, modelo D1, acoplada ao computador descrito anteriormente. Desta maneira, todas as imagens (raios X e plântulas ou sementes mortas) puderam ser examinadas simultaneamente na tela do monitor, permitindo fazer um diagnóstico para cada uma delas.

Os danos por percevejos, mecânicos e por umidade observados na análise radiográfica das sementes, receberam notas de acordo aos critérios contidos na Tabela

1, seguindo a classificação feita por Cicero et al. (1998) para sementes de milho e modificados para sementes de soja por Obando-Flor et al. (2004).

Tabela 1 - Notas atribuídas aos níveis de danos mecânicos, por percevejos e por umidade observados no eixo embrionário e nos cotilédones das sementes de soja através das imagens de raios X

Nível de dano	Eixo embrionário	Cotilédones
Não observado	1	1
Não severo	2	2
Severo	3	3

2.2.3 Detecção dos danos por percevejos, mecânicos e por umidade por meio do teste de tetrazólio

As sementes foram pré-condicionadas em papel-toalha umedecido, durante 16 horas, em germinador à 25°C. Decorrido esse período, foram colocadas em copinhos de plástico, submersas na solução de tetrazólio a 0,075 % durante 180 minutos à 40°C, no escuro, em estufa. Após o desenvolvimento da coloração, as sementes foram lavadas em água corrente e fotografadas por uma câmera digital (já descrita anteriormente) e disponibilizadas no computador (descrito anteriormente). A avaliação foi realizada seguindo os critérios estabelecidos por França Neto; Krzyzanowski e Costa (1999).

2.2.4 Análise dos dados e procedimento estatístico

Os dados obtidos foram analisados de forma comparativa, procurando-se relacionar os danos por percevejos, mecânicos e por umidade detectados pela análise das imagens (semente por semente), com as possíveis anormalidades das plântulas ou sementes mortas.

A análise estatística foi realizada em delineamento inteiramente casualizado (quatro tratamentos com cinco repetições). A análise foi realizada empregando o sistema SANEST para computadores (ZONTA; MACHADO, 1984). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Complementarmente, foram realizadas análises de correlação entre os resultados de danos por percevejos, mecânicos e umidade, classificados como severos pelo teste de raios X, e os resultados dos referidos danos, presentes nas classes de 6 à 8, pelo teste de tetrazólio e, também, entre os resultados dos danos por percevejos, mecânicos e umidade classificados como severos pelo teste de raios X e porcentagens de plântulas normais obtidas pelo teste de primeira contagem de germinação.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Avaliação da qualidade inicial das sementes

Com os dados referentes ao grau de umidade das sementes (Tabela 2) verificou-se que as médias dos quatro lotes em estudo apresentaram valores bem próximos. O conhecimento do grau de umidade das sementes é importante para a execução dos testes, pois a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a confiabilidade das avaliações (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987).

A análise comparativa dos dados relativos à avaliação da qualidade inicial das sementes em estudo indicou que, de maneira geral, os testes separaram, de maneira consistente, diferenças no potencial fisiológico das sementes. Assim, pode-se afirmar que sementes dos lotes 3 e 4 apresentaram potencial fisiológico superior ao das sementes dos lotes 1 e 2.

Tabela 2 - Avaliação da qualidade inicial das sementes dos quatro lotes: grau de umidade (GU), teste de germinação (TG) e envelhecimento acelerado (EA)

Tratamentos	GU (%)	TG (%)	EA (%)
Lote 1	9,6	79 b	65 b
Lote 2	9,9	81 b	64 b
Lote 3	9,6	95 a	84 a
Lote 4	10,0	94 a	82 a
CV (%)	-	4,1	7,2

Na coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2 Avaliação de danos por percevejos, mecânicos e por umidade utilizando a técnica da análise de imagens

Os valores referentes à intensidade de danos por percevejos, nos quatro lotes, detectados pelo teste de raios X, encontram-se na Tabela 4. Verificou-se que as sementes constituintes dos lotes 3 e 4 apresentaram menor ocorrência de danos por percevejos classificados como severos no eixo embrionário. Enquanto que, nos cotilédones, o lote 3 foi o que apresentou menor média, diferindo dos resultados dos lotes 1 e 4. Para os danos classificados como não severos, no eixo embrionário, o lote 1 foi o que apresentou maior média, diferindo dos lotes 2 e 3; por outro lado, os danos classificados como não severos nos cotilédones apresentaram valores mais elevados para as sementes do lote 2, diferindo dos lotes 1 e 3.

Pereira et al. (1978, 1979) constataram, em seus experimentos, que as últimas épocas de semeadura, quase sempre, apresentaram sementes com menor germinação, devido ao ataque de percevejos, pois à medida que, os cultivares mais precoces são colhidos, a população de percevejos transfere-se para as lavouras remanescentes, correspondentes aos cultivares mais tardios, o que torna difícil o controle eficiente da população de percevejos. Portanto, os cultivares de ciclo precoce apresentam menor ação dos prejuízos ocasionados por percevejos. Como as sementes dos quatro lotes são de um cultivar de ciclo semi-precoce, era esperado baixa ocorrência de sementes com este tipo de dano, mesmo não se tendo conhecimento da maneira em que foi realizado o manejo dos campos de produção de sementes que originaram os referidos lotes quanto ao controle de insetos.

Tabela 4 - Valores médios (%) de sementes com diferentes intensidades de danos por percevejos, no eixo embrionário e nos cotilédones, nos quatro lotes estudados, avaliadas por meio do teste de raios X

Local do Dano	Lote	Nota		
		1 ¹	2 ²	3 ³
Eixo embrionário	1	94,4 b*	2,8 a	2,8 ab
	2	96,0 ab	0,4 b	3,6 a
	3	98,8 a	0,4 b	0,8 b
	4	97,2 ab	1,2 ab	1,6 b
C.V. (%)		2,49	55,7	34,59
Cotilédones	1	89,2 ab	7,6 b	3,2 a
	2	78,4 b	19,6 a	2,0 ab
	3	90,0 a	8,8 b	1,2 b
	4	82,4 ab	14,0 ab	3,4 a
C.V. (%)		7,04	30,14	33,53

* Na coluna, para cada local de dano, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Danos não observados; ² danos não severos; ³ danos severos.

Na Tabela 5, encontram-se os valores referentes à intensidade de danos mecânicos, nos quatro lotes, detectados pelo teste de raios X. Observa-se que as sementes dos lotes 1 e 2 apresentaram maior incidência de danos mecânicos classificados como severos no eixo embrionário, da mesma forma como verificado para os danos por percevejos.

Para os danos mecânicos presentes nos cotilédones, classificados como severos, observa-se novamente que as sementes do lote 1 foram as que apresentaram maior ocorrência, diferindo dos demais lotes. Na classe de danos não severos, para o eixo embrionário, o lote 1 também foi o que apresentou o maior valor, enquanto que, para os cotilédones, não foi verificada diferença entre os lotes.

Tabela 5 - Valores médios (%) de sementes com diferentes intensidades de danos mecânicos, no eixo embrionário e nos cotilédones, nos quatro lotes estudados, avaliadas por meio do teste de raios X

Local do Dano	Lote	Nota		
		1 ¹	2 ²	3 ³
Eixo embrionário	1	91,6 b*	2,4 a	6,0 a
	2	94,0 ab	0,8 ab	5,2 a
	3	95,2 ab	0,4 b	4,4 b
	4	97,6 a	0,0 b	2,4 b
C.V. (%)		2,52	57,6	32,01
Cotilédones	1	90,8 a	4,8 a	4,4 a
	2	92,0 a	6,0 a	2,0 b
	3	91,2 a	7,6 a	1,2 b
	4	94,0 a	4,8 a	1,2 b
C.V. (%)		4,08	41,52	38,9

* Na coluna, para cada local do dano, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Danos não observados; ² danos não severos; ³ danos severos.

Na Tabela 6, encontram-se os valores referentes à intensidade de danos por umidade, nos quatro lotes, detectados pelo teste de raios X. Verificou-se, de forma geral, que os danos por umidade, em comparação aos outros danos em estudo, apresentaram maior ocorrência na classe de danos não severos, tanto no eixo embrionário como nos cotilédones; porém, para os danos considerados severos, este foi o dano que apresentou os menores valores. Desta forma, observa-se que o dano por umidade apresentou uma grande ocorrência, porém, não com intensidade suficiente para afetar o vigor das sementes.

A deterioração por umidade pode resultar em um maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que sementes deterioradas são mais vulneráveis aos impactos mecânicos, conforme observações feitas por França Neto e Krzyzanowski (2000). Os autores ainda destacaram que a deterioração no campo pode ser intensificada pela interação com alguns fungos, como *Phomopsis spp.* e *Colletotrichum*

truncatum, que ao infectar as sementes, podem reduzir o vigor e a germinação das mesmas.

França Neto e Krzyzanowski (2000), Costa et al. (2001) e Costa et al. (2005a) argumentaram que, para as condições tropicais brasileiras, onde predominam altas temperaturas e excesso de chuvas no período de maturação da soja, as alternativas mais viáveis para produção de sementes de alta qualidade seria a escolha de regiões com altitude superior a 700m, onde predomina clima frio e seco no período da maturação até a colheita ou o ajustamento na data de semeadura, para ocorrência da maturação em condições de ambiente mais favorável.

Tabela 6 - Valores médios (%) de sementes com diferentes intensidades de danos por umidade, no eixo embrionário e nos cotilédones, nos quatro lotes estudados, avaliadas por meio do teste de raios X

Local do Dano	Lote	Nota		
		1 ¹	2 ²	3 ³
Eixo embrionário	1	78,4 a*	20,0 a	1,6 a
	2	71,6 a	27,2 a	1,2 a
	3	81,2 a	18,4 a	0,4 a
	4	81,2 a	17,6 a	1,6 a
C.V. (%)		8,24	31,04	41,23
Cotilédones	1	67,6 a	30,8 a	1,6 a
	2	63,6 a	36,0 a	0,4 b
	3	64,8 a	35,2 a	0,0 b
	4	72,8 a	26,4 a	0,8 a
C.V. (%)		8,35	17,7	42,37

* Na coluna, para cada local do dano, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Danos não observados; ² danos não severos; ³ danos severos.

Na Tabela 7 são observadas as porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas, avaliadas pelo teste de primeira contagem de germinação, em sementes que apresentaram danos por percevejos, avaliadas pelo teste de raios X. Com os resultados obtidos pode-se verificar que as sementes que não apresentaram

danos por percevejos (nota 1.1.) originaram, na maioria dos casos, plântulas normais. Em relação às plântulas anormais, estas se relacionaram com a ocorrência de danos por percevejos classificados como severos, principalmente na região do eixo embrionário, nas sementes dos quatro lotes. Segundo França Neto; Krzyzanowski e Costa (1998), o dano ocasionado pela picada do inseto, dependendo do local e extensão da área lesionada, como o eixo-embrionário, torna a semente incapaz de germinar, uma vez que essa região é vital nos processos metabólicos, pois aí estão inseridas as estruturas de crescimento (plúmula, hipocótilo e radícula) que darão origem a futura plântula. Verificou-se, também, que algumas sementes com danos por percevejos, classificados como não severos nos cotilédones (sementes presentes no lote 2 com nota 1.2.), resultaram em plântulas anormais, indicando que sementes nesta situação podem ocasionar a perda de vigor das mesmas; porém, este fato ocorreu com baixa frequência. A maioria das sementes que resultaram em plântulas anormais, estão presentes na classe 1.1., portanto, a perda de vigor destas sementes, conforme detectado pelo teste de raios X, não foi ocasionada por danos por percevejos.

Tabela 7 - Porcentagem de total de sementes (T) e valores médios de plântulas normais (PN), de plântulas anormais (PA) e de sementes mortas (SM) no teste de germinação e as notas atribuídas às imagens de raios X, para danos por percevejos

Nota*	Lote 1				Lote 2				Lote 3				Lote 4			
	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M
1.1.	84	69	15	0	77	66	11	0	90	82	8	0	81	78	4	0
1.2.	6	6	0	0	18	16	2	0	8	8	0	0	14	14	0	0
1.3.	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	2	2	0	0
2.1.	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3.1.	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3.2.	3	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3.	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Total	100	78	22	0	100	84	16	0	100	90	10	0	100	94	6	0

* 1. Danos por percevejos não observados, 2. danos por percevejos não severos, 3. danos por percevejos severos. O primeiro número da nota refere-se ao eixo embrionário e o segundo refere-se à região dos cotilédones.

As porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas, avaliadas pelo teste de primeira contagem de germinação, em sementes que apresentaram danos mecânicos, avaliadas pelo teste de raios X são observadas na Tabela 8. Com os resultados obtidos, verificou-se que as sementes com danificações mecânicas que originaram em plântulas anormais estão presentes nas classes de sementes com danos severos (nas regiões dos cotilédones e, ou eixo embrionário). Não houve ocorrência de sementes mortas em nenhum dos lotes em estudo.

Verificou-se, também, que as sementes com danos mecânicos classificados como severos no eixo embrionário apresentaram maior relação com as plântulas anormais para os quatro lotes estudados.

Tabela 8 - Porcentagem de total de sementes (T) e valores médios de plântulas normais (PN), de plântulas anormais (PA) e de sementes mortas (SM) no teste de germinação e as notas atribuídas às imagens de raios X, para danos mecânicos

Nota*	Lote 1				Lote 2				Lote 3				Lote 4			
	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M
1.1.	80	72	8	0	83	78	5	0	87	82	5	0	92	88	4	0
1.2.	4	4	0	0	5	5	0	0	7	7	0	0	4	4	0	0
1.3.	3	0	3	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1	1	0	0
2.1.	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.3.	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1.	6	0	6	0	4	0	4	0	4	0	4	0	2	0	2	0
3.2.	3	0	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3.	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100	78	22	0	100	84	16	0	100	90	10	0	100	94	6	0

* 1. Danos mecânicos não observados, 2. danos mecânicos não severos, 3. danos mecânicos severos. O primeiro número da nota refere-se ao eixo embrionário e o segundo refere-se à região dos cotilédones.

Na Tabela 9 são observadas as porcentagens de plântulas normais, anormais e sementes mortas, avaliadas pelo teste de primeira contagem de germinação, em sementes que apresentaram danos por umidade, avaliados pelo teste de raios X. Com os resultados obtidos, observou-se que, sementes com danos por umidade que receberam as notas 1.2. e 2.2. foram as que apresentaram maior ocorrência em relação

aos outros danos estudados, porém, estes danos pouco interferiram no vigor das sementes dos quatro lotes. As sementes do lote 1, que apresentaram danos por umidade presentes na classe 1.2. e resultaram em plântulas anormais, apresentaram também danos por percevejos e mecânicos avaliados como severos e que, provavelmente, foram as causas da perda de vigor destas sementes. Foi verificada uma baixa ocorrência de danos por umidade classificados como severos e que resultaram em plântulas anormais nas sementes dos quatro lotes, fato que ocorreu com maior frequência nas sementes do lote 1.

Tabela 9 - Porcentagem de total de sementes (T) e valores médios de plântulas normais (PN), de plântulas anormais (PA) e de sementes mortas (SM) no teste de germinação e as notas atribuídas às imagens de raios X, para danos por umidade

Nota*	Lote 1				Lote 2				Lote 3				Lote 4			
	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M	T	PN	PA	M
1.1.	65	48	17	0	62	47	15	0	63	54	8	0	68	63	5	0
1.2.	13	11	2	0	11	11	0	0	18	18	0	0	13	13	0	0
1.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1.	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	4	4	0	0
2.2.	17	17	0	0	24	24	0	0	16	16	0	0	14	14	0	0
2.3.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
3.2.	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100	78	22	0	100	84	16	0	100	90	10	0	100	94	6	0

* 1. Danos mecânicos não observados, 2. danos mecânicos não severos, 3. danos mecânicos severos. O primeiro número da nota refere-se ao eixo embrionário e o segundo refere-se à região dos cotilédones.

As porcentagens de plântulas anormais resultantes de sementes que apresentavam algum tipo de danos por percevejos, mecânicos e por umidade (danos não severos e, ou severos presentes nas regiões do eixo embrionário e, ou cotilédones) são apresentadas na Tabela 10. Desta forma, é possível avaliar, de maneira comparativa, qual foi o dano que mais interferiu na qualidade das sementes. Pode-se verificar, para os quatro lotes, que o dano mecânico foi o maior responsável pela

ocorrência de plântulas anormais e o dano por umidade o dano que menos proporcionou anormalidade às plântulas.

Carbonell; Krzyzanowski e Mesquita (1998) observaram que o dano mecânico tem sido considerado como o mais nocivo à qualidade das sementes de soja produzidas no Brasil. Copeland (1972), citado por Costa et al. (2005a), destacou que o dano mecânico ocorrido na colheita, pode acarretar redução na germinação da ordem de 10% e que o beneficiamento inadequado pode elevar esse índice para 20% ou até mesmo para 30%. Costa et al. (2005b) complementaram que, os danos mecânicos mesmo muito pequenos (micro danos), são capazes de reduzir a germinação de um lote de sementes em cerca de 1 a 2 pontos percentuais.

Tabela 10 - Porcentagens de plântulas anormais provenientes de sementes com danos por percevejos (DP), danos mecânicos (DM) e danos por umidade (DU) nos quatro lotes

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
	%			
DP	44	22	20	11
DM	70	65	39	25
DU	14	3	0	3

As figuras, apresentadas a seguir, ilustram exemplos relativos às sementes que apresentaram os danos por percevejos, mecânicos e por umidade. A Figura 2a é referente a uma semente sem danos (nota 1.1.) que originou uma plântula normal (Figura 2b). Sementes com danos por percevejos são representadas pela Figura 3a, que apresenta danos por percevejos classificados como severos, nas duas regiões (nota 3.3), que originou em plântula anormal (Figura 3b). Conforme França Neto; Krzyzanowski e Costa (1999) o ataque de percevejos proporciona lesões circulares características, muitas vezes enrugadas e profundas, podendo ocorrer lesões múltiplas numa única semente.

A semente da Figura 4a apresenta dano mecânico na região do eixo embrionário classificado como severo e ausência de danos na região dos cotilédones (nota 3.1)

resultando em plântula anormal (Figura 4b). Nesta figura, verifica-se a importância do teste de raios X para detectar danos mecânicos, onde a radiografia mostra os danos internos que não são observados a olho nú, concordando com as observações feitas por Cicero et al. (1998), os quais relataram que a análise de imagens, por ser um método não destrutivo, permite comprovar por meio de testes de germinação se os danos mecânicos detectados externamente e internamente nas sementes apresentam efeitos sobre a qualidade fisiológica e, assim, ajudar a entender o motivo de uma determinada semente, com danos mecânicos externos e internos aparentemente importantes, originar uma plântula normal.

A Figura 5a representa o dano por umidade classificado como severo, tanto na região do eixo embrionário como na dos cotilédones (nota 3.3.), originando uma plântula anormal (Figura 5b). Segundo França Neto; Krzyzanowski e Costa (1999) sementes com deterioração por umidade apresentam rugas características nos cotilédones, na região oposta ao hilo ou sobre o eixo embrionário.

Na Figura 6a observa-se a ocorrência, na mesma semente, de dano mecânico, na região do eixo embrionário (nota 3.1.) e dano por percevejo na região dos cotilédones (nota 1.2.), resultando em plântula anormal (Figura 6b); devido sua localização, o dano que provavelmente inviabilizou a semente foi o dano mecânico.

Desta maneira a radiografia permite observar sementes com danos por percevejos, mecânicos e por umidade, como mostrados nas Figuras 3 a 6. A literatura também indica que a radiografia das sementes permite a visualização de injúrias mecânicas, danos por insetos e decorrentes de outros fatores adversos de pré e de pós-colheita, na forma de rachaduras ou fraturas (ISTA, 1993; PAULSEN et al., 1981).

Por outro lado, a identificação de danos nas sementes submetidas ao teste de raios X, incidentes sobre cada um dos cotilédones, foi realizada de maneira eficiente, independentemente do cotilédone que recebeu diretamente a radiação (Figuras 7a e 7b).

Figura 2 - Imagem da semente obtida por meio do teste de raios X, sem danos (a), originando uma plântula normal (b)

Figura 3 - Imagem da semente obtida por meio do teste de raios X, apresentando danos por percevejos, na região do eixo embrionário e dos cotilédones (a), originando uma plântula anormal (b)

Figura 4 - Imagem da semente obtida por meio do teste de raios X, apresentando dano mecânico, na região do eixo embrionário (a), originando uma plântula anormal (b)

Figura 5 - Imagem da semente obtida por meio do teste de raios X, apresentando dano por umidade, na região do eixo embrionário e dos cotilédones (a), originando uma plântula anormal (b)

Figura 6 - Imagem da semente obtida por meio do teste de raios X, apresentando dano mecânico na região do eixo embrionário e dano por percevejo nos cotilédones (a), originando uma plântula anormal (b)

Figura 7 - Imagens da semente obtidas por meio do teste de raios X, apresentando dano por umidade na região do eixo embrionário e dano por percevejo nos cotilédones (a) e a mesma semente radiografada no lado oposto (b)

2.3.3 Teste de tetrazólio

Os dados referentes aos danos por percevejos, mecânicos, por umidade, viabilidade e vigor, avaliados pelo teste de tetrazólio, encontram-se na Tabela 11. Os resultados obtidos de vigor (classes 1-3) e viabilidade (classes 1-5) confirmaram a diferença no potencial fisiológico das sementes que constituem os lotes em estudo. Pode-se verificar que as sementes do lote 3 apresentaram maior viabilidade, e as do lote 1 menor viabilidade, enquanto que, para os resultados de vigor, os lote 1 e 2 apresentaram menores porcentagens em relação aos lotes 3 e 4.

No total (classe de 1-8), o dano por umidade apresentou, em valores absolutos, maior incidência nos quatro lotes em relação aos danos mecânicos e por percevejos, corroborando com os resultados obtidos pelo teste de raios X. Observa-se maior porcentagem do referido dano nos lotes 1 e 2 em relação aos lotes 3 e 4. Segundo França Neto e Henning (1984), a deterioração por umidade pode resultar em maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que sementes deterioradas são mais susceptíveis aos danos mecânicos.

Na classe 6-8 (sementes inviáveis) o dano que apresentou maior ocorrência, em valores absolutos, foi o dano mecânico, sendo os lotes 1 e 2 os que apresentaram maiores porcentagens em comparação aos lotes 3 e 4.

Costa et al. (2005b) observaram que sementes de soja que apresentaram incidência de danos mecânicos de até 5% (TZ 6-8), não tiveram o comportamento fisiológico afetado; contudo, a partir de 6% (TZ 6-8) ocorreu declínio acentuado do vigor. Tal como observado por Costa et al. (2005b), no presente trabalho também pode-se observar que os danos mecânicos com ocorrência menor que 5% na classe 6-8 não interferiram no vigor e na viabilidade das sementes.

Para os danos totais por percevejos (classe 1-8) as maiores porcentagens foram observadas nos lotes 2 e 4. Porém, para a classe de sementes inviáveis (6-8) o lote 4 foi o que apresentou maior ocorrência. Deve-se ressaltar que a intensidade de danos por percevejos nas sementes dos quatro lotes não foi suficiente para interferir no vigor e na viabilidade das sementes dos quatro lotes. Costa et al. (2003) observaram que lotes de sementes que apresentaram incidência de lesões de percevejos na faixa de 5% não

tiveram o vigor das sementes afetado; contudo, a partir de 6%, começou ocorrer declínio significativo do vigor das sementes.

Tabela 11 - Valores médios, em porcentagem, de danos por percevejos (DP), danos mecânicos (DM) e danos por umidade (DU), viabilidade e vigor, avaliados pelo teste de tetrazólio, nas sementes dos quatro lotes estudados

Lote	DP		DM		DU		Vigor	Viab.
	1 - 8	6 - 8	1 - 8	6 - 8	1 - 8	6 - 8	1 - 3	1 - 5
	%							
1	19,0 b	0,8 b	37,0 a	15,6 a	93,6 a	1,6 a	70,6 b	82,4 d
2	33,0 a	1,6 b	33,0 a	11,2 b	96,2 a	0,8 a	74,2 b	86,8 c
3	8,2 c	0,6 b	23,0 b	4,8 c	78,4 b	0,2 a	90,0 a	95,2 a
4	31,6 a	3,6 a	20,4 b	4,0 c	72,2 b	1,0 a	85,6 a	92,2 b
CV (%)	15,80	38,20	13,92	21,17	4,11	47,70	3,63	1,62

*Na coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A Figura 8 ilustra exemplos relativos aos danos mecânicos, por percevejos e por umidade, por meio das imagens fotográficas das sementes de soja provenientes do teste de tetrazólio. A semente da Figura 8a foi classificada como altamente vigorosa e viável, baseando-se na classificação de França Neto; Krzyzanowski e Costa (1999). Pode-se observar o aspecto geral das estruturas das sementes, com coloração rosa claro em toda extensão do eixo embrionário e nos cotilédones, com os tecidos firmes e túrgidos, sem apresentar lesões visíveis.

Na Figura 8b observa-se a semente com danos por percevejos nos cotilédones, sendo uma semente viável, porém, de baixo vigor segundo França Neto; Krzyzanowski e Costa (1999).

Na Figura 8c observa-se a semente com o dano mecânico na região dos cotilédones, sendo considerada uma semente viável, porém de baixo vigor. A Figura 8d refere-se ao dano por umidade na região dos cotilédones; por não estar impedindo a translocação de reservas nutricionais dos cotilédones para a região do eixo embrionário, este dano não é considerando severo (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1999).

Figura 8 - Teste de tetrazólio: **a**: semente sem danos por percevejos, mecânicos e por umidade **b**: semente com danos por percevejo; **c**: semente com dano mecânico; **d**: semente com dano por umidade

2.3.4 Análise de Correlação

Por meio dos resultados do coeficiente de correlação linear, r , verificou-se que há correlações positivas entre os resultados de danos por percevejos, mecânicos e por umidade detectados pelo testes de raios X, classificados como severos, e os resultados dos mesmos danos identificados pelo teste de tetrazólio presentes nas classes de sementes não viáveis (classe 6-8) (Tabela 12). Assim, à medida que aumentaram, proporcionalmente, os referidos danos identificados pela análise de imagens, classificados como severos, houve, também, aumento nos que foram detectados pelo teste do tetrazólio (TZ), na classe 6-8; porém, os valores obtidos de coeficiente de correlação linear foram relativamente baixos. Essa situação indica a existência de outros fatores envolvidos nas análises das sementes, os quais geralmente interagem fortemente e proporciona redução gradual do r obtido. Obando-Flor (2003) encontrou

valores mais elevados de correlação entre raios X e tetrazólio para danos mecânicos em sementes de soja para três diferentes cultivares.

Quanto à correlação entre as sementes com danos por percevejos, mecânicos e por umidade, classificados como severos, identificados pela análise de imagens e as porcentagens de plântulas normais, obtidos pela primeira contagem do teste de germinação, observou-se valores negativos de r para todos os danos (Tabela 12), indicando uma correlação inversa, isto é, à medida que houve aumento de danos por percevejos, mecânicos e por umidade, classificados como severos pelo teste de raios X, houve declínio no vigor das sementes.

Estes resultados indicam que a análise de imagens surge como mais uma alternativa para avaliar danos por percevejos, mecânicos e por umidade, podendo ser incluída nos programas de controle de qualidade das empresas produtoras de sementes.

Tabela 12 - Coeficiente de correlação linear (r) entre os dados obtidos pela análise de imagens (raios X) e tetrazólio (TZ) e entre teste de raios X e teste de primeira contagem de germinação, para os danos considerados severos, por percevejos (DP), danos mecânicos (DM) e danos por umidade (DU)

	DP	DM	DU
	Raios X		
TZ	0,7688**	0,3480*	0,6963*
1ª contagem de germinação	-0,0515 ^{ns}	-0,7554**	-0,3542*

^{ns} = não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade

3 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que a análise de imagens permite identificar, com eficiência, danos por percevejos, mecânicos e por umidade em sementes de soja, havendo correlações positivas com os resultados obtidos pelo teste de tetrazólio.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, P.J. **Relação entre o conteúdo de lignina no tegumento de semente de soja e sua relação ao dano mecânico**. 1994. 43p. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1994.
- ANDREWS, C. Mechanical injury on seed. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1965, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: Seed Technology Laboratory, 1965. p.125-130.
- BARROS, A.C.S.; ANTEPARA, E.H.; WETZEL, C.T. Avaliação da qualidade de sementes de soja com diferentes tipos de danos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 2, supl., p.117, 1979.
- BARTSCH, J.A.; HAUGH, C.G.; ATHOW, K.L.; PEART, R.M. Impact damage to soybean seed. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v.29, n.2, p. 582-586, 1986.
- BAUDET, L.; POPINIGIS, F.; PESKE, S. Danificações mecânicas em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) transportadas por um sistema de elevador-secador. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 3, n.4, p.29-38, 1978.
- BELORTE, L.C. ; RAMIRO; Z.A., FARIA, A.M.; MARINO, C.A.B. Danos causados por percevejos (hemiptera: pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.2, p.169-175, 2003.
- BINO, R.J.; AARTSE, J.W.; VAN DER BURG, W.J. Non destructive X-ray of *Arabidopsis* embryo mutants. **Seed Science Research**, Wallingford, v.3, p.167-170, 1993.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: CLAV:DNDV:SNAD:MA. 1992. 365p.
- BRIER, H.; ROGERS, J. Susceptibility of soybean to damage by *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) and *Riptortus serripes* (F.) (Hemiptera: Alydidae) during three stage of pod development. **Journal of Australian Entomological Society**, Vancouver, v.30, p.123-128, 1991.

BUNCH, H.D. Relationships between moisture content of seed and mechanical damage in seed conveying. **Seed World**, Chicago, v.86, n.5, p.14-17, 1962.

CARBONELL, S.A.M. **Metodologia para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico**. 1991. 103p. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade de Londrina, Londrina, 1991.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MESQUITA, C.M. A device to impart impact on soybean seeds for screening genotypes for resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 26, n. 1, p. 45-52, 1998.

CARVALHO, M.L.M.; VAN AELST, A.C.; VAN ECK, J.W.; HOEKSTRA, F.A. Pre harvest stress cracks in maize (*Zea mays* L.) kernels as characterized by visual, X-ray and low temperature scanning electron microscopical analysis: effect on kernel quality. **Seed Science Research**, Wallingford, v.9, n.3, p.227-236, 1999.

CICERO, S. M.; BANZATTO JUNIOR, H.L. Avaliação do relacionamento entre danos mecânicos e vigor, em sementes de milho, por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n.1, p. 29-36, 2004.

CICERO, S. M.; VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M.; VAN DER BURG W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L). by X ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 26, p. 603-612, 1998.

COPELAND, O.L.; MC DONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3rd ed. New York: Chapman & Hall, 1985. p. 115-125.

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.; AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agriculture and Forest Entomology**, New Jersey, v.4, p.145-150, 2002.

CORSO, I.C.; PORTO, M.D.M.; HEINRICHS, E.A.; LEHMAN, P.S. Efeito associado de percevejos e fungos na queda de vagens e nos componentes do rendimento de soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v.7, n.2, p.105-114, 1978.

COSTA, M.L.M.; BORGES, M.; VILELA, E.F. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.27, n.4, p.45-52, 1998.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; OLIVEIRA, M.C.N. Padronização de testes de vigor para sementes de soja. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Soja, Londrina. **Resultados de Pesquisa de Soja**, 1986-1987. EMBRAPA-CNPSO, p. 358-359, 1988.

COSTA, N.P.; 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.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZONOWSKI, F.C.; OLIVEIRA, M.C.N.; HENNING, A. A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p.1-6, 2005a.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; FRANÇA NETO, J.B.; MAURINA, A.C.; KRZYZONOWSKI, F.C.; OLIVEIRA, M.C.N.; HENNING, A. A. Validação do zoneamento ecológico do estado do Paraná para a produção de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p.37-44, 2005b.

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

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

COWLING, E.B.; KIRK, T.K. properties of cellulose an lignocellulosic materials as substrates for enzymatic conversion processes. **Biotechnological Bioengineer Symposium**, Gatlinburg, v.6, p. 95-123, 1976.

CRAVIOTTO, R.; SALINAS, A.; ARANGO, M.; GALLO, C.; FERRARI, S.; BISARO, V.; MONTERO, M.; MILANESI, D. Patrón radiográfico del ataque precoz de chiche em soja. In: CONGRESSO DE SOJA DEL MERCOSUL, 3., 2006, Rosario. **Resumos...**Rosario: MERCOSOJA, 2006. p. 162-165.

DEGRANE, E.P.; VIVIAN, L.M. Pragas da Soja. In: SUZUKI, S.; YUYAMA, M.M.; CAMACHO, S.A. **Boletim de Pesquisa de Soja 2006**. Rondonópolis: Fundação MT, 2006. p. 153-179.

DELOUCHE, J.C. Maintaining soybean seed quality. In: DELOUCHE, C. **Soybean production, marketing and use**. Tennesy: Valley Authority, 1974. p.46-62. (Bulletin, 69).

DELOUCHE, J.C. Determinants of seed quality. In: SHORT COURSE FOR SEEDMEN, 1967, Mississippi. **Proceedings...** Mississippi: Seed Technology Laboratory, 1967. v.1, p.53-68.

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

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de Produção de Soja - Paraná 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 224p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2006**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 220p.

FERREIRA, L.P.; LEHMAN, P.S.; ALMEIDA, A.M.P. **Doenças da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1979. 41p. (EMBRAPA-CNPSO Circular técnica, 1).

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

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

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

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio de sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor em sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.8, p.1-28.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Produção de sementes de soja: fatores de campo. **Seed News**, Pelotas, n. 4, p. 20-23, 2000.

FRANÇA NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1988. 59p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 32).

GAZZONI, D.L. **Manejo de pragas da soja: uma abordagem histórica**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1994. 72p. (Embrapa-CNPSO Documentos, 78).

GAZZONI, D.L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.1229-1237, 1998.

GIRARDIN, P.; CHAVAGNAT, A.; BOCKSTALLER, C. Determination des caractéristiques des semences de maïs grace a la radio graphie rayons X. (Determination of characteristic of corn seed by x-ray). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, p. 545-551, 1993.

HARRINGTON, J.J. Seed Storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. p.145-245.

HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B. Problemas na avaliação de germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n. 2, p. 9-22, 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2006. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 01 set. 2006.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION-ISTA. International rules for testing seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, n.2, p.300-520, 1985.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION-ISTA. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, suppl., 363 p., 1993.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION-ISTA. International rules for testing seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, n.2, p.300-520, 1995.

JENSEN, R.L.; MENSON, L.D. Effect of sting-bug damaged soybean seed on germination, emergence and yield. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.65, n.1, p.261-270, 1972.

KAMRA, S.K. Determination of germinability of melon with X-ray contrast method. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Vollebakk, v.31, n.5, p.719-729, 1966.

KRZYŻANOWSKI, F.C. Desafios tecnológicos para a produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: WORLD RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: EMBRAPA-CNPSo, 2004. p. 1324-1335.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. **Estratégias do melhoramento para produção de sementes de soja no Brasil**. 2003. Disponível em: <http://www.nucleoestudo.ufla.br/gen/eventos/simposios/7simpo/resumos/20036.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2006.

LIU, Y.; VAN DER BURG, W. J.; AARTSE, J.W.; VAN ZWOL, R. A.; JALINK, H.; BINO, R. J. X-ray studies on changes in embryo and endosperm morphology during priming and imbibition of tomato seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.3, p.171-178, 1997.

MACHADO, C.F. **Metodologia para a condução do teste de germinação e utilização de raios X para a avaliação da qualidade de sementes de aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.)**. 2002. 51p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MARCOS FILHO, J. **Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja** (*Glycine max* (L.) Merrill). 1979. 180p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes, 1999. cap. 3, p.1-24.

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

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

MILES, P. W. The saliva of Hemiptera. **Advances in Insect Physiology**, Cambridge, v. 9, p.183-255, 1972.

MIRANDA, M.A.C.; ROSSETTO, C.J.; ROSSETTO, D.; BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A.A.; MASSARIOL, A. Resistência de soja a *Nezara viridula* (L.) e *Piezodorus guildinii* (Westw.) em condições de campo. **Bragantia**, Campinas, v.38, n.19, p.181-188, 1979.

NUNES, M.C.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. Desempenho alimentar e sobrevivência de *Euschistus heros* parasitado por *Hexacladia smithii* em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37 n.9, p. 1219-1224, 2002.

OBANDO-FLOR, E.P. **Danos internos de secagem avaliados pelo teste de raios X e seus efeitos na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.) armazenadas**. 2000. 63p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

OBANDO-FLOR, E.P. **Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens**. 2003. 72p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

OBANDO-FLOR, E.P.; CARVALHO, M.L.; COSTA, P.S.C. Utilização dos raios X na avaliação da qualidade fisiológica em sementes de melão (*Cucumis melo*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABRATES, 2001. p.57.

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, L.M. de. **Avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) pelos testes de germinação, tetrazólio e raios X.** 2000. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

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

PANIZZI, A.R. **Biologia e danos causados a soja por *Puzodorus guildinii* (Hemíptera: Pentatomidae).** 1975. 29p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1975.

PANIZZI, A.R.; SLANSKY JUNIOR, F. Review of phytophagous pentatomids (Hemiptera: Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomology**, Gainesville, v.68, p.184-203, 1985.

PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C.; HIROSE, E. Feeding preference by stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) for seeds within soybean pods. **Journal of Entomological Science**, Tifton, v. 30, n. 3, p. 333-341, 1995.

PANIZZI, A.R.; SMITH, J.C.; PEREIRA, L.A.G.; YAMASHITA, J. Efeito de danos de *Piezodorus guildinni* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA. 1978, Londrina. **Resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1979. p. 59-78.

PANIZZI, A.R.; MC PHERSON, J.E.; JAMES, D.G.; JAVAHERY, M.; McPHERSON, R.M. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C.W.; PANIZZI, A.R. (Ed.). **Heteroptera of economic importance.** Boca Raton: CRC, 2000. p.432-434.

PAULSEN, M.R.; NAVE, W.R.; GRAY, L.E. Soybean seed quality as affected by impact damage. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, p.1577-1589, 1981.

PEREIRA, L.A.G.; ANDREWS, C.H. Comparação de alguns testes de vigor para a avaliação da qualidade de sementes de soja. **Sementes**, Brasília, v.2, n. 1, p.15-25, 1976.

PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; COSTA, N.P.; MIRANDA, L.C.; TURKIEWICZ, L.; DIAS, M.C.L.; SOMMER, H.; KURACHI, M.T. Efeito da época de semeadura sobre o rendimento e outras características agronômicas da soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 1977/78**. Londrina, 1978. p. 171-172.

PEREIRA, L.A.G.; COSTA, N.P.; MESQUITA, A.N.; SILVA, C.M.; MIRANDA, L.; TURKIEWICZ, L.; DIAS, M.C.L.; GRODSKI, L.; SARTORI, J.F. Efeito a época da semeadura na qualidade da semente. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Resultados de pesquisa de soja 1978/79**. Londrina, 1979. p. 237-240.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

POTTS, H.C.; DUANGPATRA, J.; HAIRSTON, W.G.; DELOUCHE, J.C. Some influences of hardsleedness on soybean seed quality. **Crop Science**, Madison, v. 18, n.2, p. 221-224, 1978.

REIS; MS; SEDIYAMA,T.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; GOMES, J.L.L.; BHERING, M.C. A pesquisa da UFV para a solução de alguns problemas na produção de semente de soja. **Dia de Campo sobre a cultura da soja na CEPET**. Capinópolis: UFV, 1991. 20p. (Boletim técnico).

ROSSETTO, C.J.; GALLO, P.B.; RAZERA, L.F.; BORTOLETTO, N.; IGHE, T.; MEDINA, P.F.; TISSELLI-FILHO, O.; AQUILERA, V.; VEIGA, R.F.A.; PINHEIRO, J.B. Mechanisms of resistance to stink bug complex in the soybean cultivar IAC-100. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.24, n.3, p.517-522, 1995.

RUSSIN, J.S.; LAYTON, M.B.; ORR, D.B.; BOETHEL, D.J. Stink bug damage to soybeans. **La Agriculture**, Rosario, v.32, n.1, p.23-24, 1988.

SAHLÉN, K.; BERGSTEN, U.; WIKLUND, K. Determination of viable and dead scots pine seeds of different anatomical maturity after freezing using the IDX method. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.2, p.405-414, 1995.

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

SIMAK, M. A method for removal of filled-dead seeds from a sample of *Pinus contorta*. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.3, p.767-775, 1984.

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. **Compendium of soybean diseases**. 3rd ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1989. 106p.

SMITH, A.J.; GRABE, D.F. Radiographic density measurements for determination of viability and vigour in corn (*Zea mays*) seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.13, n.3, p.759-768, 1985.

SOUZA, R.F. de; TOLEDO, J.F.F. de. Genetic analysis of soybean resistance to stink bug. **Revista Brasileira de Genética**, São Paulo, v.18, n.4, p.593-598, 1995.

SWAMINATHAN, M.S.; KAMRA, S.K. X-Ray analysis of the anatomy and viability of seeds some economic plants. **Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, New Delhi, v.21, n.2, p.129-135, 1961.

VAN DER BURG, W. J.; AARTSE, J. W.; VAN ZWOL, R. A.; JALINK, H.; BINO, F. J. Predicting tomato seedling morphology by X-ray analysis of seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n.2, p.258-263, 1994.

VILLAS BÔAS, G.L.; GAZZONI, D.L.; FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; ROESSING, A.C. **Efeitos de cinco populações de percevejos sobre o rendimento e seus componentes, características agronômicas e qualidade de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. 13p.

VILLAS BÔAS, G.L., GAZZONI, D.L.; OLIVEIRA, M.C.N. de; COSTA, N.P.; ROESSING, A.C.; HENNING, A.A. **Efeito de diferentes populações de percevejos sobre o rendimento e seus componentes, características agronômicas e qualidade de semente de soja.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1990. 43p. (EMBRAPA-CNPSO. Boletim de Pesquisa, 1).

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST.** Pelotas: UFPel, 1984. (Registro SEI nº 06606-0, Categoria AO).