

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

Avaliação da qualidade de sementes de amendoim tratadas com fungicida e inseticida, incluindo a análise de imagens

José Luís de Marchi

**Tese apresentada para obtenção do
título de Doutor em Ciências. Área
de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2010**

José Luís de Marchi
Engenheiro Agrônomo

Avaliação da qualidade de sementes de amendoim tratadas com fungicida e inseticida, incluindo a análise de imagens

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

**Tese apresentada para obtenção do
título de Doutor em Ciências. Área
de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2010**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Marchi, José Luís de

Avaliação da qualidade de sementes de amendoim tratadas com fungicida e inseticida, incluindo a análise de imagens / José Luís de Marchi. - - Piracicaba, 2010.
88 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Amendoim 2. Fungicidas 3. Germinação de sementes 4. Inseticidas 5. Processamento de imagens 6. Raios X 7. Sementes - Vigor - Qualidade I. Título

CDD 635.659
M315a

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

Dedico

A Deus

Para

À meu pai

Natal de Marchi "in memoriam"

A quem com sua coragem e amor pela vida sempre me foi um exemplo

À minha mãe

Maria Erotides de Marchi

A qual sem a sua presença de espírito e constante apoio, nada teria conquistado

Às meus tios

Ivani Maria Fiori

Luiz Antônio Fiori

Pelas palavras que em muitos momentos me aliviaram e sempre me motivaram

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a Deus, ao Professor Silvio Moure Cicero, a quem agradeço pela carinhosa e excepcional orientação; agradeço também o professor Julio Marcos Filho e a professora Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre pelas valiosas sugestões e ensinamentos transmitidos, fundamentais para redação desta tese. Menciono ainda a participação da Helena Maria Carmignani Pescarim Chamma pelo o apoio nas análises laboratoriais das avaliações da qualidade das sementes, menção esta que também é digna à Maria Heloisa Duarte de Moraes pelo indispensável suporte nas análises patológicas das sementes e ao Hodair Luiz Banzatto Junior nas análises de imagens. Pelo constante apoio e orientação nos procedimentos concernentes às obrigatoriedades acadêmicas ao longo do curso, agradeço a secretária do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia Luciane Aparecida Lopes de Toledo e ao secretário do setor de Tecnologia de Sementes Rafael Augusto Aragon Rodrigues. É importante mencionar também que o êxito desta obra não seria alcançado sem a colaboração dos funcionários Adilson de Jesus Teixeira, Claudinei Martins Valério e João Elias Jabur Filho, bem como dos queridos colegas Francisco Gomes Guilhien Júnior, Bruna Gagliardi, Leandro Boncompagni, Marcos Altomani Neves Dias, Nathalie Bonassa, Nilce Naomi Kobori, Pedro Henrique Santin Brancalion, Renata Oliveira Alvarenga, Simone Aparecida da Silva, Taís Leite Ferreira Pinto, Tathiana Silva Timóteo, Tereza Cristina de Carvalho, Túlio Lourenço Pupim, Victor Augusto Forti e Vitor Henrique Vaz Mondo. Reconhecimento também e agradeço às equipes de Divisão de Biblioteca e Documentação e do Serviço de Pós-Graduação pelo eficiente trabalho desenvolvido. Por último, mas não menos importante agradeço à Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ) pelo suporte intelectual durante o curso de doutorado, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 Desenvolvimento.....	14
2.1 Revisão Bibliográfica	14
2.2 Material e Métodos.....	19
2.2.1 Análise dos Dados	24
2.3 Resultados e discussão	24
2.3.1 Cultivar Tatú ST	24
2.3.2 Cultivar IAC 886	52
2.3.3 Considerações Gerais	78
3 CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS	83

RESUMO

Avaliação da qualidade de sementes de amendoim tratadas com fungicida e inseticida, incluindo a análise de imagens

As sementes de amendoim são consideradas de difícil produção, pois apresentam, freqüentemente, índices insatisfatórios de germinação e de vigor devido a muitos fatores, dentre eles, problemas devido à ocorrência de fungos, além de serem muito suscetíveis a injúrias mecânicas. Nesse aspecto além da utilização de testes rotineiros para a avaliação da qualidade das sementes, a utilização de técnicas de análise de imagens, tais como, o teste de raios X tem grande potencial, pois é um método de precisão, onde as sementes podem ser examinadas individualmente em imagens ampliadas e capazes de indicar, com detalhes, áreas injuriadas, localização e extensão das injúrias. Por se tratar de método não destrutivo, as sementes em análise podem ser submetidas a testes fisiológicos e de sanidade e, desta forma, permitir a comprovação das injúrias observadas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos do tratamento de sementes de amendoim com fungicida e inseticida, bem como a associação de ambos, na qualidade fisiológica e sanitária das sementes, com o auxílio da referida técnica. Para tanto, sementes dos cultivares Tatu ST e IAC 886 não tratadas e tratadas com o fungicida Maxim XL (Fludioxonil + Metalaxyl), com o inseticida Cruiser 350 FS (Tiametoxam) e com a mistura de ambos os produtos, foram submetidas aos períodos de armazenamento de 0, 15, 30, 45, 60, 90 e 180 dias. Após cada período de armazenamento, as sementes foram submetidas ao teste raios X, bem como ao teste de germinação, à determinação do grau de umidade e aos testes de envelhecimento acelerado, emergência de plântulas em campo, condutividade elétrica, e de sanidade. O experimento foi conduzido em dois anos, utilizando-se para a primeira época sementes do cultivar Tatu ST e na segunda época o cultivar IAC 886. Também, com o propósito de explorar o grande potencial das técnicas de análise de imagens para a avaliação do vigor, as sementes do cultivar IAC 886, utilizadas para a condução do segundo ano do experimento, foram submetidas, paralelamente, ao teste de avaliação do vigor por meio de análise computadorizada de plântulas, utilizando-se, para tanto, o sistema automatizado SVIS[®]. Os resultados da pesquisa permitiram concluir que o tratamento das sementes de amendoim com fungicida ou fungicida+inseticida propicia eficiente controle de fungos e preservação da qualidade fisiológica até 60 dias de armazenamento (20 °C, 50% UR do ar). O teste de raios X é eficiente na identificação de injúrias mecânicas e lesões associadas com tecidos deteriorados, permitindo estabelecer relações entre sua ocorrência e os prejuízos causados à germinação. O sistema automatizado apresenta eficiência equivalente aos testes de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo na identificação de diferenças entre tratamentos com ausência ou presença de fungicida e de fungicida associado a inseticida nas sementes de amendoim.

Palavras Chaves: Germinação; Vigor; Qualidade de sementes; Raios X; SVIS

ABSTRACT

Assessment of quality of peanut seeds treated with fungicides and insecticides, including image analysis

Peanut seeds are considered difficult to produce, since they have often unsatisfactory levels of germination and vigor due to many factors, including problems due to the occurrence of fungi, and are very susceptible to mechanical damage. In this aspect than the use of routine tests for evaluation of seed quality, the use of image analysis techniques, such as the X-ray test has great potential, because, it is a precision method, where the seeds can be examined individually in enlarged images and able to indicate, in detail, areas injured, location and extent of the injuries. Because it is non-destructive method, the seeds being analyzed can be subjected to physiological tests and thus allow the confirmation of the observed damage. The objective of this work was to study the effects of peanut seed treatment with fungicide and insecticide, as well as the combination of both, in the physiological and sanitary quality of seeds, with the aid of this technique. For this, seeds of the cultivars IAC Tatu ST and IAC 886 untreated and treated with fungicide Maxim XL (fludioxonil + metalaxyl) with the insecticide Cruiser 350 FS (thiamethoxam) and a mixture of both products were subjected to periods of storage 0, 15, 30, 45, 60, 90 and 180 days. After each storage period, seeds were tested with X-rays, and the germination test, determination of moisture content and accelerated aging, seedling emergence in the field, electrical conductivity, and health test. The experiment was conducted in two years, using for the first year the seeds of cultivar Tatu ST and the second year the IAC 886. Also, in order to exploit the great potential of image analysis techniques, the seeds of the cultivar IAC 886, used for conducted the second year of the experiment, were subjected in parallel to the test of vigor by means of computerized analysis of seedlings, using, the automated system SVIS[®]. The survey results showed that treatment of peanut seeds with fungicide or fungicide + insecticide provides effective control of fungi and preservation of the physiological quality up to 60 days of storage (20 ° C, 50% RH). The X-ray test is effective in identifying the mechanical injuries and lesions associated with damaged tissue, allowing to establish relationships between their occurrence and damage caused to germination. The computer analysis system has efficiency equivalent to accelerated aging and growth test to identify differences between treatments with the absence or presence of fungicide and fungicide associated with insecticide in peanut seeds.

Keywords: Germination, Vigor, Seed Quality, X-ray, SVIS

1 INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) destaca-se entre as principais oleaginosas cultivadas no Brasil e no mundo. Muitos produtos são derivados dessa oleaginosa, sendo que o óleo assume lugar de destaque, possuindo elevada taxa de vitamina E e quantidades consideráveis de vitaminas B1 e B2, constituindo-se entre as mais importantes fontes de óleo comercial de origem vegetal.

A utilização de sementes com alta qualidade é requisito primordial para que se possam almejar produtividades satisfatórias. Isto porque a garantia da alta produtividade de uma cultura depende não apenas da correta adubação, controle de pragas, doenças e plantas daninhas e condições edafoclimáticas adequadas, mas antes de tudo, o emprego de sementes de boa procedência e qualidade comprovada.

No contexto da produção de sementes de grandes culturas, as de amendoim estão entre aquelas que são consideradas de difícil produção, pois apresentam, freqüentemente, percentuais insatisfatórios de germinação (abaixo de 70%) e baixo vigor e são constantemente sujeitas a invasão por microrganismos, em especial, fungos. Dessa forma, o tratamento da semente com fungicida contribui para manutenção da germinação, constituindo prática obrigatória.

Além do tratamento fungicida, cuidado também deve ser dispensado para assegurar a proteção das sementes contra o ataque de pragas por ocasião da semeadura, sendo de grande importância o uso racional de inseticidas eficazes e de prolongada ação residual.

Dessa forma, o tratamento fungicida associado ao tratamento inseticida contribui ainda mais para o estabelecimento da cultura no campo, porém, deve-se observar os efeitos fitotóxicos de alguns inseticidas sobre as sementes de amendoim e dessa forma, fazer uso adequado dos mesmos.

Um dos fatores diretamente associado com a baixa qualidade das sementes de amendoim é a sua alta sensibilidade a ocorrência de injúrias mecânicas. Quando ainda na planta, a semente encontra-se protegida pela vagem que, ao ser descascada, expõe as sementes às injúrias mecânicas durante as etapas de processamento, armazenamento, transporte e semeadura. A facilidade com que as sementes são injuriadas causando prejuízos a qualidade é atribuída à presença de cotilédones volumosos e quebradiços e a extremidade da radícula em posição proximal à superfície basal dos cotilédones. Assim, a avaliação da qualidade das sementes

assume preponderante fator para assegurar que as mesmas possuam a qualidade desejada. Neste contexto, além dos testes para avaliação da qualidade fisiológica disponíveis, tais como o teste de germinação, de envelhecimento acelerado, de emergência das plântulas em campo e de condutividade elétrica, a utilização de técnicas de análise de imagens, tais como, o teste de raios X e a análise computadorizada de plântulas, pode fornecer subsídios para a elucidação de aspectos relacionados com os problemas associados com a produção das sementes de amendoim.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

A produção de amendoim tem forte expressão no continente asiático, onde concentra mais da metade do total mundial há mais de três décadas. A produção média mundial do amendoim em 2009 superou 36 milhões de toneladas, sendo a China o maior produtor, com 43,9%, seguida pela Índia, com 22,9% e os Estados Unidos com 5,3%, (FAO, 2009).

O Brasil ocupa a décima terceira posição, correspondendo a 1,3% da produção mundial (FAO, 2009), sendo que, em 2009, a produção brasileira de amendoim, atingiu 255 mil toneladas, para uma área cultivada de 103 mil hectares. O destaque ficou para o Estado de São Paulo, que respondeu por cerca de 80% da produção nacional, correspondente a 220 mil toneladas em 78,7 mil hectares cultivados. A produção paulista é realizada em duas safras, a safra das águas (outubro a março), que representa 75 % da área cultivada e 80 % da produção, e a safra da seca ou safrinha (fevereiro a julho), correspondendo em torno de 25 % da área e 20 % da produção, concentradas em duas regiões, Alta Mogiana e Alta Paulista, sendo o amendoim paulista produzido em áreas de renovação de canaviais e de pastagens (IBGE, 2009).

A cultura do amendoim apresenta grandes desafios com relação à qualidade sanitária; alguns trabalhos sobre o levantamento de microrganismos associados a sementes de amendoim, no Brasil, evidenciaram que os fungos mais comumente encontrados foram: *Aspergillus* spp. (*A. flavus*, *A. niger* e *A. glaucus*), *Penicillium* spp. (*P. fumiculosum*, *P. citrinum* e *P. rubrum*), *Rhizopus* spp., *Fusarium oxysporum*, *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Botrytis cinérea*, *Chaetomium* sp. *Rizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Phomopsis* sp. (AMARAL e USBERTI, 1983). Marioto (1985) citou, além desses fungos, os gêneros *Alternaria*, *Nigrospora*, *Trichoderma*, *Dothiorella* e *Pestalotia*.

Além disso, a semente de amendoim é muito sensível às injúrias mecânicas, uma vez que, a estrutura da semente, com tegumento fino e frágil, cotilédones volumosos e quebradiços e a extremidade da radícula em posição próxima à superfície basal dos cotilédones, faz com que esta seja altamente vulnerável a essas injúrias, sobretudo durante a operação de descasque, ocasionando problemas, também, nas operações de processamento, beneficiamento, transporte e semeadura (Baskin e Delouche, 1971; Gelmond, 1971; Sader et al., 1991). Desta forma, condições fisiológicas e sanitárias insatisfatórias, associadas a injúrias mecânicas, facilitam a infecção dos cotilédones e do eixo embrionário por microorganismos associados às sementes ou presentes no solo (*Aspergillus* spp., *Fusarium*, spp., *Rhizoctonia* spp., *Rhizopus*, spp., *Sclerotium*, spp., dentre outros), provocando a morte das sementes ou o tombamento das plântulas e conseqüente diminuição da população de plantas (MACHADO, 1987; MORAES, 1987; MENTEN, 1991).

Maeda et al. (1995), trabalhando com sementes de amendoim, relatou que condições fisiológicas e sanitárias insatisfatórias, associadas a injúrias mecânicas, facilitam a infecção dos cotilédones e do eixo embrionário por microrganismos patogênicos. Por ocasião da instalação do teste de emergência de plântulas em campo, os patógenos presentes nas sementes, isoladamente ou em conjunto com os patógenos do solo, podem provocar a sua morte ou o tombamento das plântulas (MORAES, 1987; MENTEN, 1995) e, conseqüentemente, falhas na população de plantas no campo. Rosseto et al. (2003) estudando a aplicação do fungicida thiran em sementes de amendoim submetidas ao teste de envelhecimento acelerado constataram que o tratamento fungicida favorece a germinação das sementes contaminadas por *Aspergillus* do grupo *flavus* e *Aspergillus niger*, até 24 horas após a exposição às condições de envelhecimento acelerado

Diante das características das sementes, da produção em escala e da crescente mecanização do seu preparo, o tratamento das sementes com fungicidas tornou-se praticamente obrigatório (MORAES, 1987, MAEDA et al., 1995). Sua vantagem para redução dos prejuízos causados por patógenos na germinação e na emergência de plântulas, têm sido demonstrada por diversos pesquisadores (TOSELLO et al., 1970; BACKMAN e HAMMOND, 1976; LAGO et al., 1976; TELLA et al., 1976; MAEDA, 1995 e RANDALL-SCHADEL, 2001). Porém, a época de sua aplicação não proporciona diferenças significativas nos índices de germinação (USBERTI, 1983; ANGELINI e MARTINS, 1986; PRETE e CICERO, 1987).

Com relação ao tratamento das sementes de amendoim com inseticidas, Fadigas Junior e Suplicy Filho (1961) verificaram que inseticidas fosforados sistêmicos, estudados no tratamento de sementes em diferentes formulações e doses, não ocasionaram danos à emergência das plântulas. Entretanto, Lago e Toledo (1970) obtiveram respostas diferenciadas da emergência de plântulas, em função das doses e formulações dos inseticidas fosforados sistêmicos empregados no tratamento das semente, feito conjuntamente com fungicidas.

Com o objetivo de verificar o efeito do tratamento de sementes com o inseticida thiamethoxam (Cruiser 700 WS) no controle do tripses *Enneothrips flavens* na cultura do amendoim, cv. Tatu, Scarpellini e Nakamura (2002) não constataram nenhum prejuízo do tratamento das sementes em relação à emergência de plântulas em campo, contudo os autores destacaram a ocorrência de fitotoxicidade com o armazenamento das sementes. Da mesma forma, Gotardo et al. (2001), estudando o inseticida thiamethoxam em sementes de milho, concluíram que o uso do inseticida fica condicionado ao período de armazenamento das sementes, devendo ser aplicado somente no momento da semeadura, para que não ocorra fitotoxicidade. Também, Bittencourt et al. (2001) estudando os inseticidas carbofuran (Furazin 310TS), thiodicarb (Semevin 350RA), thiodicarb + molibdênio e boro (Futur 300) e thiamethoxan (Cruiser 70WS) na germinação e vigor de sementes de milho com diferentes períodos de armazenamento, verificaram que todos os inseticidas causaram reduções significativas no vigor das sementes, avaliados pelo teste de germinação, de frio e de condutividade elétrica, com intensidade variável em função do tipo de híbrido, do produto e do período de armazenamento. A redução da qualidade fisiológica das sementes aumentou com o período de armazenamento, recomendando-se, portanto, que o tratamento seja realizado próximo ao momento da semeadura.

Pandey e Singh (2006) trataram sementes de amendoim com os inseticidas Chlorpyrifos 20 EC e Quinalphos 25 EC, bem como realizaram a aplicação dos produtos diretamente no solo e não verificaram efeitos negativos para a germinação das sementes, contudo, observaram mudanças na atividade de enzimas da solução do solo, as quais podem afetar negativamente a disponibilidade de nutrientes para a planta e ocasionar quedas na produtividade, quando usados por longo período de tempo e em doses inadequadas.

Os testes de vigor, tradicionalmente utilizados para a avaliação da qualidade de sementes são amplamente divulgados e aceitos pela indústria de sementes como instrumento para tomada de decisões (DELOUCHE, 1976; AOSA, 1983; KRZYZANOWSKY e MIRANDA,

1990). Contudo, dentro desse quadro, tem sido presenciada uma evolução favorável à utilização de técnicas computadorizadas, mais sensíveis para a captação e mais precisas para o processamento e extração de informações úteis para a indústria de sementes, definindo-se uma amplificação de sensibilidade por vias digitais (TEIXEIRA et al., 2003).

A avaliação de injúrias mecânicas por meio de métodos rotineiramente utilizados em laboratório (como iodo, verde rápido, dentre outros) tem se mostrado subjetivos, imprecisos e ineficientes (CICERO et al., 1998). Por outro lado, Leon et al. (1986), utilizando técnicas de raios X, pancromáticas e de infravermelho para avaliar injúrias mecânicas, concluíram que a técnica de raios X foi a única capaz de detectar injúrias localizadas internamente nas sementes.

Reid et al. (1991), utilizaram sistema de visão computadorizado para detecção de injúrias mecânicas em grãos de milho e concluíram que o método eletrônico foi superior ao convencional. Por outro lado, a imagem digital tem sido utilizada para avaliar características externas de sementes, de bulbos e de tubérculos (VAN DER VOOREN et al., 1992; VAN DER VOOREN e VAN DER HEIJDEN, 1993), enquanto a imagem digital de raios X foi introduzida para avaliar as morfologias do embrião e do endosperma de sementes de *Arabidopsis thaliana* e de tomate (LIU et al., 1993; BINO et al., 1993; VAN DER BURG et al., 1994).

Cicero et al. (1998), utilizando a análise de imagens para identificar os efeitos dos injúrias mecânicas sobre a germinação de sementes de milho, concluíram que a técnica pode ser utilizada para avaliar injúrias mecânicas localizadas externa e internamente nas sementes, diretamente relacionados com as anormalidades de plântulas ou com a morte dos embriões; constataram que as rupturas presentes no endosperma, causando restrições na translocação de nutrientes para o eixo embrionário, ou as que ocorriam diretamente sobre o eixo embrionário, eram as que afetavam negativamente. Também, Mondo & Cícero (2005) utilizaram a análise de imagens na avaliação de sementes de milho, localizadas em diferentes posições na espiga. Os autores concluíram que as sementes das posições proximal e intermediária apresentam qualidade semelhante e superiores às da posição distal; sementes esféricas com eixos embrionários apresentando torções, porém não alterados, não tem sua qualidade diminuída; no entanto as alterações nos eixos embrionários identificados por manchas escuras e sem definição, presentes em maior quantidade na posição distal da espiga, são responsáveis pela redução da qualidade das sementes.

Em razão aos frequentes avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos, métodos computadorizados para a avaliação do vigor de sementes tem sido desenvolvidos. Recentemente, pesquisadores da *The Ohio State University*, EUA (SAKO et al., 2001), elaboraram um sistema automatizado para avaliação do vigor de sementes, o *Seed Vigor Imaging System (SVIS®)*. Por este método, as imagens digitais de plântulas são capturadas por meio de um escâner conectado a um computador e, em seguida, processadas, gerando valores numéricos (índices de vigor) que representam coletivamente a qualidade das sementes do lote, baseada em valores obtidos a partir das características morfológicas das plântulas. Os dados incluem os comprimentos da parte aérea, da raiz primária e de toda a plântula e, também, a velocidade e a uniformidade do desenvolvimento de plântulas (SAKO et al., 2001). O sistema automatizado foi desenvolvido para a avaliação do vigor de sementes de alface, onde McCORMAC et al., (1990) utilizaram um sistema automatizado de imagens para avaliar o vigor de lotes de sementes, determinando o comprimento de raízes de plântulas, individualmente.

O procedimento para avaliação do vigor de sementes por meio do sistema automatizado é simples e os resultados para uma amostra de 50 sementes, podem ser obtidos dentro de dois a três minutos (GOMES JUNIOR et al., 2009). Outras vantagens deste sistema incluem a eliminação do erro humano, aumentando a confiabilidade dos dados para fins de comparação, a possibilidade de arquivamento das imagens para análise posterior e o baixo custo, que segundo Gomes Junior et al. (2009) é equivalente ao custo para a avaliação da germinação.

Sako et al., (2001) demonstraram que o processamento digital de imagens pode ser utilizado com sucesso em plântulas de alface e de soja, na avaliação do vigor das sementes. Da mesma forma, Marcos Filho et al., (2006) comparando os métodos tradicionais para a avaliação do vigor de plântulas de melão, com um sistema automatizado de análise de imagens, constataram o grande potencial dessa técnica como alternativa para a avaliação do vigor das sementes. Após algumas adaptações, também tem sido eficiente na avaliação do potencial fisiológico de sementes de outras espécies, como soja (HOFFMASTER et al, 2003; HOFFMASTER et al, 2005; MARCOS FILHO et al. 2009), milho (HOFFMASTER et al., 2005; OTONI, McDONALD, 2005, GOMES JUNIOR, 2009), melão (MARCOS FILHO et al., 2006) e feijão (GOMES JUNIOR e CHAMMA, 2008). Estas evidências indicam que este programa representa uma ferramenta promissora para avaliação do vigor de sementes de outras espécies em diferentes finalidades na área de Tecnologia de Sementes. Neste contexto, o uso desse sistema

automatizado pode ser eficiente na identificação de diferenças entre lotes submetidos ou não ao tratamento químico e submetidos ao armazenamento. A quantificação destas evidências por meio de índices numéricos que expressem o vigor das sementes também pode ser considerada uma vantagem do sistema automatizado *SVIS*[®].

Não foi constatada na literatura disponível, trabalhos de pesquisa envolvendo a técnica de análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de amendoim. Assim, a presente pesquisa objetivou avaliar, por meio de análise de imagens, a qualidade de sementes de amendoim, submetidas ao tratamento com fungicida e inseticida.

2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido em dois anos experimentais (2007 e 2008) nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal e no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia e Nematologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba/SP. Foram utilizadas, para a condução do primeiro ano, sementes de amendoim do cultivar ST Tatu. Para a condução do segundo ano, foram utilizadas sementes do cultivar IAC 886. As sementes de cada cultivar foram submetidas aos tratamentos descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos: nome comercial, nome técnico e dosagens utilizadas para as sementes de amendoim dos cultivares Tatu e IAC 886

Tratamento	Nome Comercial	Nome Técnico	Dosagem (mL.1000 kg ⁻¹)
1	Testemunha (sem tratamento)	—	—
2	Maxim XL	Fludioxonil + Metalaxyl	100
3	Cruiser 350 FS	Tiametoxam	150
4	Maxim XL+ Cruiser 350 FS	(Fludioxonil + Metalaxyl) + Tiametoxam	100 + 150

Após a obtenção dos tratamentos, as sementes foram acondicionadas em embalagens de papel kraft e armazenadas em câmara seca (20 °C e 50 - 60% de umidade relativa do ar).

A qualidade fisiológica e sanitária das sementes foi avaliada imediatamente após a obtenção dos tratamentos (0 dias de armazenamento) e durante os períodos correspondentes a 15, 30, 45, 60, 90 e 180 dias de armazenamento. As amostras, correspondentes a cada tratamento, foram submetidas às avaliações discriminadas a seguir.

a) Determinação do grau de umidade: efetuada em estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com exceção do número de repetições que foram quatro. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

b) Teste de germinação: foram semeadas quatro repetições de 50 sementes, para cada tratamento, em caixas plásticas de 47 x 30 x 11cm. As sementes foram semeadas em areia lavada e esterilizada com brometo de metila. A avaliação final das plântulas normais foi feita aos 15 dias após a semeadura, seguindo-se os critérios das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O substrato foi irrigado com água até atingir 60% da sua capacidade de retenção. As caixas permaneceram em condições de ambiente não controlado em instalações do Laboratório de Análise de Sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem.

c) Teste de envelhecimento acelerado: foram distribuídas 50 sementes de cada repetição dos tratamentos, sobre uma tela de alumínio, fixada em caixas plásticas (gerbox), contendo 40 mL de água destilada, as quais foram acondicionadas em câmara de envelhecimento por 24 horas a uma temperatura de 42 ± 1 °C e umidade relativa do ar de aproximadamente 100 %. Após esse período as sementes foram submetidas ao teste de germinação em papel, sendo a avaliação feita no quinto dia após a instalação do teste (Marcos Filho, 1987). O teor de água das sementes foi determinado antes e após o envelhecimento.

d) Emergência das plântulas em campo: o teste foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento. O solo foi mantido com umidade suficiente, por meio de irrigações, para promover a emergência das plântulas. A profundidade de semeadura foi de 3-4 cm. A avaliação foi realizada em contagem única, aos 21 dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas emersas. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas emersas.

e) Condutividade elétrica: foi realizado conforme a recomendação do Comitê de Vigor da *Association of Official Seed Analysts* (AOSA, 1983). Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes fisicamente puras por tratamento. Após a pesagem de cada repetição as sementes

foram transferidas para copos plásticos, contendo 75 mL de água destilada e mantidas na temperatura de 20 °C, durante 24 horas. Decorrido esse período a condutividade elétrica da solução foi determinada por condutivímetro e os valores medidos foram expressos em micromhos por centímetro por grama de sementes.

f) Teste de sanidade: foi realizado com base em metodologia descrita por Luca Filho (1987), empregando-se 2 repetições de 100 sementes de cada tratamento, as quais foram incubadas em placas de Petri (10 sementes por placa) contendo três folhas de papel de filtro, umedecidas em água destilada. As placas contendo as sementes foram incubadas por sete dias à temperatura de 20 °C, sob luz branca fluorescente alternada (12 horas de luz por 12 horas de escuro). Após o período de incubação, a avaliação foi feita sob microscópio, observando-se as estruturas dos patógenos, sendo os resultados expressos em porcentagem por patógeno detectado.

g) Teste de raios X: cinquenta sementes de cada repetição dos tratamentos foram colocadas sobre um recipiente plástico transparente, especialmente desenvolvido para a condução da análise. As sementes foram numeradas de acordo com a posição ocupada no recipiente, de maneira que pudessem ser identificadas nas determinações posteriores. O recipiente foi colocado diretamente sobre um filme de raios X (Kodak MIN-R EV, tamanho de 18x24 cm), a uma distância de 53 cm da fonte de raios X. As imagens foram obtidas com intensidade de 15 kV e tempo de exposição de 330 segundos, estabelecidos em testes preliminares, utilizando-se um equipamento FAXITRON X-Ray, modelo MX-20. A revelação do filme 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 20GB e monitor de 21 “).

Em seguida, as sementes, previamente identificadas, foram colocadas para germinar distribuídas em grupos de 10, sendo duas fileiras de cinco sementes espaçadas, sobre duas folhas de papel-toalha (no terço superior do substrato), cobertas com mais uma folha de papel e enroladas; as folhas de papel foram umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. Os rolos foram colocados em germinador e mantidos a 25 °C. Decorridos quatro dias após a instalação do teste, as plântulas normais, bem como as plântulas anormais e as sementes mortas foram fotografadas, por meio de uma câmera fotográfica digital Nikon, modelo D1, acoplada ao computador.

Para as avaliações, as imagens de raios X das sementes foram disponibilizadas em computador, juntamente com as imagens de suas respectivas plântulas normais, anormais e sementes mortas, possibilitando relacionar a morfologia interna das sementes com a morfologia das plântulas ou das sementes mortas.

Nas Tabelas 2 e 3, respectivamente, pode-se observar os critérios adotados para a atribuição das notas relativas a ocorrência de injúrias mecânicas e injúrias relacionadas a presença de tecidos deteriorados nas sementes.

Tabela 2 - Critérios utilizados para caracterizar as notas para os níveis de injúrias mecânicas observados nos cotilédones e no eixo embrionário, nas imagens de raios X

Nota	Cotilédones	Eixo Embrionário
1	Ausência de injúrias	Ausência de injúrias
2	Pequenas injúrias que não provoquem perda de parte dos cotilédones (injúria não severa)	Injúrias de pequena extensão e que não provoquem a secção do eixo embrionário (injúria não severa)
3	Quebras resultantes na perda de parte dos cotilédones (injúria severa)	Injúrias de maior extensão e que provoquem a secção do eixo embrionário (injúria severa)

Tabela 3 - Critérios utilizados para caracterizar as notas para os níveis de injúrias por estruturas patogênicas observados nos cotilédones e no eixo embrionário, nas imagens de raios X

Nota	Cotilédones	Eixo Embrionário
1	Ausência de tecidos deteriorados	Ausência de tecidos deteriorados
2	Presença de tecido deteriorado em pequenas porções (injúria não severa)	Presença de tecido deteriorado em pequenas porções (injúria não severa)
3	Presença de tecido deteriorado em grandes porções (injúria severa)	Presença de tecido deteriorado em grandes porções (injúria severa)

Com o propósito de facilitar a análise dos dados referente aos testes de raios X, apenas foram apresentadas em resultados e discussão os valores relativos às notas efetivamente observadas nas sementes.

h) análise computadorizada de plântulas (SVIS®): foi realizado com as sementes do cultivar IAC 886, utilizadas no segundo ano da pesquisa, com quatro repetições de 50 sementes para cada lote. Para a realização da germinação, as referidas sementes foram distribuídas em grupos de 25 (cinco fileiras de cinco sementes) em folhas de papel germitest umedecidas com água equivalente a 2,5 vezes a sua massa. Os rolos foram colocados em germinador e mantidos a 25 °C. A aquisição das imagens foi realizada no quinto dia após a instalação do teste.

A aquisição da imagem foi realizada pelo sistema de escaneamento computadorizado e programa computacional de processamento de imagens descritos por Hoffmaster et al. (2003). Assim, foi realizada a aquisição das imagens das plântulas por meio de um escâner Epson GT-15000, com área de escaneamento de 43 cm x 29 cm, instalado em posição invertida, ajustado na resolução de 100 dpi e acoplado a um computador Core 2 Duo (2GB de memória RAM e HD de 160GB). As imagens foram processadas, sendo gerados os índices de vigor (IV), de crescimento (IC) e de uniformidade de crescimento (IU). O índice de vigor é resultante da combinação entre os índices de crescimento e de uniformidade, que podem variar de um valor mínimo de zero a um máximo de 1000. Os dados foram obtidos estabelecendo como 4,0 cm o tamanho máximo de

plântula. Para a composição do índice de vigor foi utilizada a seguinte composição: $IV70/30 = \{(0,7 \times IC) + (0,3 \times IU)\}$. Foram realizados, também, pequenos ajustes, para reconhecer e marcar corretamente o ponto de ligação entre a raiz primária e a parte aérea das plântulas normais.

2.2.1. ANÁLISE DOS DADOS

As análises, tanto para os testes de germinação e de vigor, quanto para os dados referentes ao teste de sanidade, foram realizadas separadamente para cada cultivar. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 4×7 , para os testes de germinação, de vigor, de sanidade e para o teste de avaliação do vigor por meio de análise computadorizada. Os dados provenientes dos testes de germinação, envelhecimento acelerado e emergência plântulas em campo e de sanidade, foram transformados em $\text{arc sen} \sqrt{x/100}$. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A interpretação dos resultados de raios X foi feita por meio de confronto das imagens radiográficas com as respectivas imagens das plântulas normais, plântulas anormais e sementes mortas.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Cultivar Tatu ST

Os resultados do grau de umidade, de germinação e dos testes de envelhecimento acelerado, de emergência de plântulas em campo e de condutividade elétrica das sementes do cultivar Tatu ST, submetidas ou não aos tratamentos químicos e armazenadas por diferentes períodos estão apresentados na Tabela 4; na Tabela 5, estão apresentados os percentuais de incidência de fungos nas sementes.

Observa-se que a germinação das sementes antes do tratamento químico (T dentro de 0 dias após tratamento químico) encontrava-se abaixo do mínimo de 70% exigido para comercialização de sementes de amendoim no Estado de São Paulo. A produção de sementes de amendoim é problemática, pois a mesma exibe um tegumento muito delicado que a torna bastante

sensível à injúria mecânica. Embora, não ocorram grandes danos às sementes durante a colheita, pois estas estão protegidas pela vagem, o descascamento, o processamento, o armazenamento e o transporte podem causar injúrias às mesmas, provocando redução na sua qualidade, caracterizada por diminuições na porcentagem de sementes puras e germinação, além de reduções do vigor e no potencial de armazenamento, favorecendo, também, a entrada de patógenos (SADER et al, 1991).

O efeito do tratamento químico sobre a germinação das sementes, dentro de cada período de armazenamento, foi observado até 90 dias após o tratamento químico. Os maiores percentuais de germinação, excetuando a testemunha nos períodos de 0, 30 e 180 dias após o tratamento químico, ocorreram em sementes tratadas com fungicida (fludioxonil+metalaxyl) e com a mistura de fungicida e inseticida (fludioxonil+metalaxyl+tiametoxam). Estas evidências também foram constatadas no teste de envelhecimento acelerado em todos os períodos de armazenamento, com exceção do período de 90 dias após o tratamento químico; nesta época de avaliação as sementes que haviam sido tratadas com fungicida+inseticida tiveram percentual de plântulas normais maior em relação àquelas submetidas ao tratamento com fungicida (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultados do grau de umidade (U) e dos testes de germinação (TG), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e de condutividade elétrica (CE) das sementes de amendoim, do cultivar Tatu ST, após serem submetidas aos tratamentos químicos (TQ) e diferentes períodos de armazenamento

DATQ ⁽¹⁾	TQ ⁽²⁾	-----%-----					CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
		U	TG	EA	EC		
0	T	5,0Aa	67A*a**	10Cc	54BCb	29,7Aa	
	F	5,1Aa	65Aa	54Aa	72Aa	33,6Aa	
	FI	5,1Aa	68Aa	61Aa	49Cb	34,0Aa	
	I	5,5Aa	57Bb	21Bb	75Aa	31,8Aa	
15	T	4,7Aa	43Cb	7Dc	45Cb	32,3Aa	
	F	5,5Aa	66Aa	35Ba	72Aa	37,9Bab	
	FI	5,1Aa	60Aa	33Ba	67Aa	41,5Bb	
	I	5,0Aa	45Cb	12Cb	41Db	41,1Bb	
30	T	4,9Aa	57Ba	3Db	39Dc	32,2Aa	
	F	5,0Aa	61Aa	35Ba	69Aa	38,7Bb	
	FI	5,5Aa	60Aa	38Ba	75Aa	35,8Bab	
	I	5,1Aa	47Cb	5Db	55Bb	34,8ABa	
45	T	5,7Aa	55Bb	7CDc	40Da	33,7Aa	
	F	5,5Aa	62Aa	45Ba	44Ca	38,1Bb	
	FI	5,1Aa	62Aa	34Ba	46Ca	39,3Bb	
	I	5,7Aa	50BCb	13Cb	33Eb	45,4c	
60	T	5,2Aa	44Cb	2Db	28Ec	30,0Aa	
	F	5,3Aa	55Ba	20Ba	39Db	35,1ABb	
	FI	4,8Aa	56Ba	26Ba	46Ca	33,9ABa	
	I	5,2Aa	41CDB	0Db	29Ec	30,3Aa	
90	T	5,4Aa	34Db	1Dc	53BCa	44,5Ba	
	F	5,3Aa	40Ca	15Cb	58ABa	53,0CDB	
	FI	5,6Aa	40Ca	26Ba	49Cb	50,2CDB	
	I	5,4Aa	23Ec	1Dc	36Ec	52,9CDB	
180	T	5,5Aa	16Ea	0Db	15Fb	64,4Da	
	F	5,5Aa	24DEa	7CDa	35Ea	78,7Db	
	FI	5,2Aa	21Ea	4Da	29Ea	61,4Da	
	I	5,5Aa	10Ea	0Db	12Fb	71,6Db	
CV(%)		12,00	11,75	26,57	8,92	9,17	

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

*Valores seguidos pela mesma letra maiúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

** Valores seguidos pela mesma letra minúscula, em cada coluna, dentro dos diferentes períodos correspondentes aos dias após o tratamento químico, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 5 - Incidência de fungos em sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, submetidas a tratamento químico (TQ) e armazenadas por diferentes períodos

DATQ ⁽¹⁾	TQ ⁽²⁾	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
		-----%-----		
0	T	2A*a**	21Bc	0Ab
	F	0Aa	14Ab	0Ab
	FI	2Aa	30Cc	0Ab
	I	39Cb	0Aa	6Ab
15	T	3Aa	30Cb	3ABa
	F	1Aa	15Aa	0Aa
	FI	2Aa	23Ab	0Aa
	I	8Ab	53Cc	0Aa
30	T	5Aa	31Cc	0Aa
	F	0Aa	16Ab	0Aa
	FI	1Aa	18Ab	0Aa
	I	17Bb	38Cc	0Aa
45	T	3Aa	20Bb	0Aa
	F	0Aa	8Aa	0Aa
	FI	0Aa	9Aac	0Aa
	I	8Ab	45Dc	0Aa
60	T	3Aa	12Aab	3Aba
	F	7CABa	18Ab	0Aa
	FI	2Aa	9Aa	0Aa
	I	63Dc	9Aa	5Ba
90	T	65Db	62Dc	3ABa
	F	3Aa	28Cb	0Aa
	FI	60Db	63Da	0Aa
	I	63Db	9Aa	5Ba
180	T	76Dc	69Dc	5Bb
	F	7CABa	31Cb	1Aa
	FI	37Cb	69Dc	4Bb
	I	73Dc	20Ba	6Bb
CV(%)		60,91	50,57	369,92

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

*Valores seguidos pela mesma letra maiúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

** Valores seguidos pela mesma letra minúsculas, em cada coluna, dentro dos diferentes períodos correspondentes aos dias após o tratamento químico, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Com relação ao teste de emergência de plântulas em campo, o tratamento com fungicida+inseticida nos períodos de 0 e 90 dias após o tratamento químico proporcionou menor resultado em relação ao tratamento com fungicida. Por outro lado, aos 60 dias após o tratamento químico, foi observado maior potencial de desempenho de plântulas obtidas a partir de sementes tratadas com fungicida+inseticida em comparação ao tratamento apenas com fungicida. Já no teste de condutividade elétrica, quando comparado com os demais testes de vigor, não foi observada o mesmo comportamento em separar os diferentes tratamentos químicos aplicados às sementes. Conforme pode ser observado no período de 15 dias após o tratamento químico, as menores leituras de condutividade elétrica foram obtidas a partir de sementes tratadas com fungicida quando comparadas com os valores correspondentes às sementes tratadas com fungicida+inseticida e inseticida; assim, neste caso, no que se refere ao tratamento com fungicida os resultados de condutividade elétrica foram concordantes com os observados no teste de germinação, de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo. Entretanto, nos períodos de 30 e 60 dias após o tratamento químico, por exemplo, as maiores leituras de condutividade elétrica foram obtidas a partir de sementes tratadas com fungicida, que nos testes de germinação e de vigor tiveram os maiores valores. Cabe ressaltar que os produtos utilizados no tratamento das sementes parecem não ter influenciado o teste de condutividade elétrica, o que assegura a confiabilidade dos resultados, o que também pode ser respaldado pela pesquisa desenvolvida por Marchi e Cicero (2003) que com o propósito de estudar o efeito do tratamento fungicida, inseticida e da combinação de ambos nos valores de condutividade elétrica em sementes de milho, verificaram que o tratamento das sementes com fungicida não afetou os valores de condutividade elétrica, enquanto que, de maneira geral, o tratamento das sementes com o inseticida e com a mistura fungicida+inseticida provocaram aumentos nos valores de condutividade elétrica, contudo, sem alterar a classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

O tratamento com fungicida, anteriormente ao armazenamento, constituiu-se numa alternativa adequada para evitar o ataque de fungos, preservando o poder germinativo das sementes de amendoim durante períodos prolongados. Esses resultados corroboram com os observados por Bittencourt et al. (2007), os quais verificaram que condições fisiológicas e sanitárias insatisfatórias, associadas a injúrias mecânicas, facilitaram a infecção dos cotilédones e do eixo embrionário por microrganismos patogênicos, sendo o tratamento de sementes de

amendoim com fungicida praticamente obrigatório. Também, comprovam a importância e a necessidade do tratamento fungicida das sementes de amendoim Moraes (1987), Menten (1995) e Maeda et al. (1995).

Analisando-se os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que, de maneira geral, tanto as sementes tratadas com fungicida+inseticida quanto as tratadas com fungicida apresentaram qualidade fisiológica semelhantes, porém superior à das sementes que não foram tratadas ou que receberam tratamento apenas com inseticida, o que pode estar associado com a incidência de fungos nas sementes. Analisando os resultados apresentados na Tabela 5, observa-se que menor incidência de fungos ocorreu em sementes que receberam tratamento com fungicida+inseticida ou apenas com fungicida em comparação com os demais tratamentos. A importância do tratamento fungicida na redução da incidência de fungos e a relação com a preservação da qualidade fisiológica das sementes de amendoim evidenciada nesta pesquisa também havia sido constatada por outros pesquisadores (Tosello et al., 1970; Tella et al., 1976 e Maeda et al., 1995).

Tomando-se como exemplo o tratamento com inseticida e o período de 60 dias após o tratamento químico, observa-se, na Tabela 5, alta incidência de *Aspergillus* spp nas sementes, com percentual superior a 60% e, na Tabela 4, baixa germinação (41%) e baixo vigor, com valor zero para o teste de envelhecimento acelerado e resultados mais baixos para o teste de emergência de plântulas em campo em comparação com os demais tipos de tratamento químico. Ainda, na Tabela 4, observa-se que a baixa germinação e o baixo vigor das sementes tratadas com o inseticida, principalmente a partir de 60 dias após o tratamento químico podem estar relacionados com os efeitos nocivos do produto sobre a qualidade fisiológica das sementes. Segundo Bittencourt (2000), trabalhando com sementes de milho tratadas com diversos inseticidas, dentre eles o thiamethoxan (Cruiser 70 WS), concluiu que todos os produtos apresentaram efeitos fitotóxicos, causando reduções significativas no vigor das sementes, com intensidade variável em função do tipo de híbrido, do produto e do período de armazenamento. O autor verificou que a redução da qualidade fisiológica das sementes aumentou com o período de armazenamento, com reduções significativas a partir dos 30 dias de armazenamento, recomendando-se, portanto, que o tratamento seja realizado próximo ao momento da semeadura.

Conforme já mencionado, o tratamento das sementes com fungicida e com fungicida+inseticida, dentro de cada época de avaliação, foi eficiente no controle de fungos de

armazenamento quando comparados com os demais tratamentos. Entretanto, analisando o efeito destes dois tratamentos ao longo do armazenamento, observa-se, na Tabela 5, aumento significativo na incidência de fungos a partir de 90 dias após o tratamento químico, principalmente de *Rhizopus* spp nas sementes tratadas com fungicida e de *Aspergillus* spp. nas sementes tratadas com fungicida+inseticida. Assim, pode-se afirmar que a melhor qualidade fisiológica das sementes até 60 dias após o tratamento químico, evidenciada nos testes de germinação, de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo, para os tratamentos fungicida e fungicida+inseticida, deveu-se, em parte, ao controle eficiente dos fungos *Aspergillus* spp e *Rhizopus* spp. Cabe ressaltar também que os baixos valores de germinação e de vigor das sementes podem estar relacionados com a deterioração ao longo do armazenamento e não exclusivamente com a possível perda de eficiência do tratamento químico. Observando os resultados de condutividade elétrica (Tabela 4), de maneira geral, as maiores leituras foram obtidas em de sementes armazenadas em períodos superiores a 90 dias após o tratamento químico, o que pode ser um indicativo de maior perda da qualidade fisiológica a partir do referido período. Membranas mal estruturadas e células danificadas estão, associadas com o processo de deterioração da semente, portanto com sementes de baixo vigor (POWELL E MATTHEWS, 1991).

O baixo percentual de sementes com injúrias mecânicas e com manchas escurecidas (associadas com tecidos deteriorados) identificados por meio do teste de raios X (Tabelas 6 e 7) evidencia que a ocorrência de plântulas anormais e de sementes mortas apresentou baixa relação com a ocorrência destes tipos de injúrias. Observa-se, na Tabela 6, que os percentuais de sementes com injúrias mecânicas que originaram plântulas anormais ou sementes mortas, não foram maiores do que 5%, nas colunas correspondentes as notas 2.1, 1.2, 2.2, 2.3, 3.1 e 3.3, dentro de cada tratamento em cada período de armazenamento. Contudo, nos tratamentos em que não foi aplicado fungicida, na coluna correspondente à nota 1.1 (Tabela 6), observa-se altas percentagens de plântulas anormais e de sementes mortas, indicando que o fator que pode ter determinado a baixa percentagem de germinação não foi a ocorrência de injúrias mecânicas nas sementes, mas a incidência de fungos. Isso pode ser confirmado observando, na coluna correspondente à nota 1.1 dentro de cada período de armazenamento, os menores percentuais de plântulas anormais e de sementes mortas nos tratamentos em que foi aplicado o fungicida em comparação aos tratamentos testemunha e a aplicação de apenas inseticida.

Tabela 6 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³						
			1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.3
0	T	PN	36	-	-	-	-	-	-
		PA	12	1	-	-	-	-	-
		SM	40	2	-	-	-	-	1
	F	PN	72	-	-	-	-	-	-
		PA	15	-	-	-	-	-	-
		SM	5	-	-	-	-	1	1
	FI	PN	71	-	-	-	-	-	-
		PA	6	1	2	-	-	1	-
		SM	8	2	-	-	-	-	-
	I	PN	54	-	-	-	-	-	-
		PA	3	-	-	-	-	-	-
		SM	28	-	-	-	1	-	-
15	T	PN	38	-	-	-	-	-	-
		PA	23	-	-	-	-	-	-
		SM	24	-	-	1	-	-	-
	F	PN	73	-	-	-	-	-	-
		PA	7	-	-	-	-	-	-
		SM	6	-	-	1	-	-	-
	FI	PN	74	-	-	-	-	-	-
		PA	3	-	-	-	-	-	-
		SM	7	2	-	2	-	-	-
	I	PN	52	-	-	-	-	-	-
		PA	4	-	-	-	-	-	-
		SM	33	-	-	-	-	-	-

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³ O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 6 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³							
		1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.3	
30	T	PN	33	-	-	-	-	-	-
		PA	10	1	-	-	-	-	-
		SM	34	4	-	-	-	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-
		PA	7	2	-	1	-	-	-
		SM	8	-	-	-	-	-	-
	FI	PN	73	-	-	-	-	-	-
		PA	5	2	1	-	-	-	-
		SM	8	2	-	-	-	-	-
	I	PN	40	-	-	-	-	-	-
		PA	14	-	2	-	-	-	-
		SM	35	1	1	-	-	-	-
45	T	PN	30	-	-	-	-	-	-
		PA	11	1	-	-	-	-	-
		SM	49	1	-	-	-	1	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-
		PA	6	-	-	-	-	-	-
		SM	11	1	-	-	-	-	-
	FI	PN	75	-	-	-	-	-	-
		PA	4	-	1	-	-	-	-
		SM	10	1	-	-	-	-	-
	I	PN	37	-	-	-	-	-	-
		PA	11	-	-	-	-	-	-
		SM	40	1	-	-	-	-	-

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³ O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 6 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (conclusão)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³							
		1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.3	
60	T	PN	26	-	-	-	-	-	-
		PA	16	-	-	-	-	-	-
		SM	47	3	1	-	-	-	-
	F	PN	54	-	-	-	-	-	-
		PA	10	-	-	-	-	-	-
		SM	19	2	-	-	-	-	-
	FI	PN	54	-	-	-	-	-	-
		PA	8	-	-	-	-	-	-
		SM	17	1	-	-	-	-	-
	I	PN	24	-	-	-	-	-	-
		PA	22	1	-	-	-	-	-
		SM	41	2	-	1	-	-	-
90	T	PN	22	-	-	-	-	-	-
		PA	31	-	-	-	-	-	-
		SM	31	1	1	-	-	-	-
	F	PN	50	-	-	-	-	-	-
		PA	19	1	-	-	-	-	-
		SM	18	1	-	-	-	-	-
	FI	PN	48	-	-	-	-	-	-
		PA	14	-	-	-	-	-	-
		SM	23	1	-	-	-	-	-
	I	PN	20	-	-	-	-	-	-
		PA	22	-	-	-	-	-	-
		SM	43	1	-	-	-	-	-
180	T	PN	15	-	-	-	-	-	-
		PA	28	3	-	-	-	-	-
		SM	19	1	-	-	-	-	-
	F	PN	43	-	-	-	-	-	-
		PA	21	-	-	-	-	-	-
		SM	16	4	-	-	-	-	-
	FI	PN	54	-	-	-	-	-	-
		PA	6	-	-	-	-	-	-
		SM	19	3	-	-	-	-	-
	I	PN	13	-	-	-	-	-	-
		PA	21	1	-	-	-	-	-
		SM	46	1	-	-	-	-	-

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³ O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

É importante destacar que embora tenha ocorrido baixa incidência de injúrias mecânicas, estas quando foram observadas, proporcionaram prejuízos ao potencial fisiológico das sementes, uma vez que, resultaram em plântulas anormais ou em sementes mortas.

Quando foi constatada a presença de injúria mecânica no eixo embrionário ocorreram prejuízos à germinação. Observa-se que a semente morta apresentada na Figura 1B foi resultado da ocorrência de injúria mecânica classificada como não severa no eixo embrionário (nota 1.2 – Figura 1A). A ocorrência de apenas uma pequena trinca longitudinal no eixo embrionário (indicada pela seta) foi determinante para que provocasse a morte da semente. Isto evidencia a alta sensibilidade da semente de amendoim à injúria mecânica, uma vez que a estrutura da semente, com tegumento fino e frágil, cotilédones volumosos e quebradiços e a extremidade da radícula em posição próxima à superfície basal dos cotilédones, faz com esta seja altamente vulnerável a injúrias, sobretudo durante a operação de descasque (Baskin e Delouche, 1971; Gelmond, 1971; Sader et al., 1991).

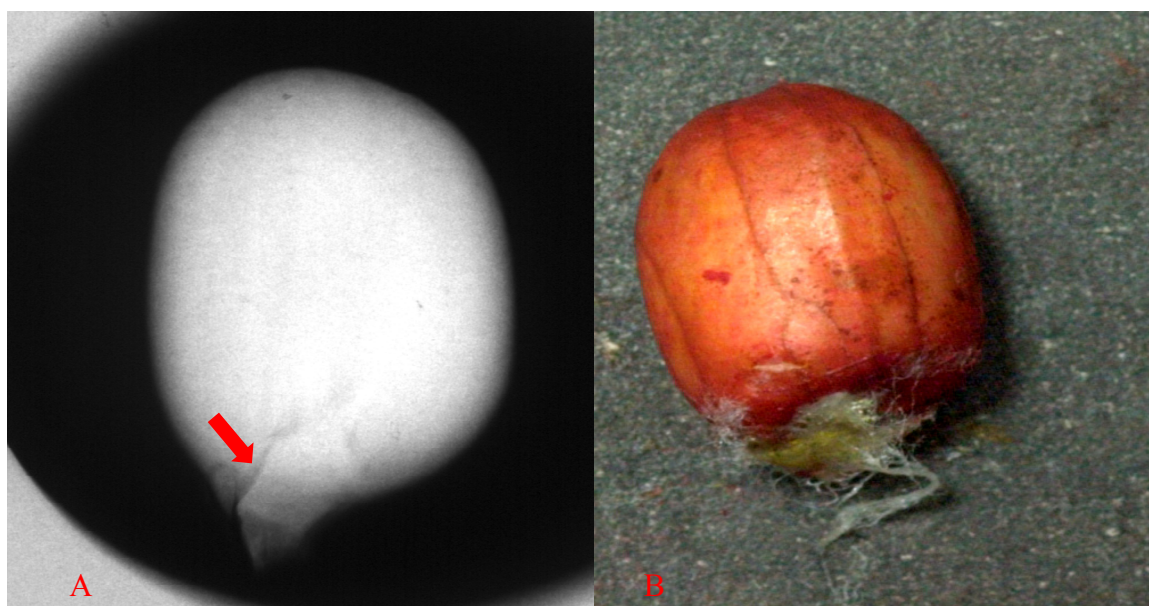


Figura 1 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar Tatu ST, tratada com fungicida e inseticida e armazenada por 45 dias (A), caracterizada como apresentando injúria mecânica não severa no eixo embrionário (nota 1.2), originando semente morta (B)

Em outro exemplo, apresentado na Figura 2A, tem-se uma semente com injúria mecânica não severa nos cotilédones e ausentes no eixo embrionário (nota 2.1). Observa-se que os danos incidiram na região superior dos cotilédones, causando trincas (indicadas pelas setas). Ressalta-se, entretanto, que a fissura longitudinal observada na imagem radiográfica da semente é devido ao espaço entre os cotilédones e não se caracteriza como injúria mecânica. O crescimento micelial de fungos sobre a plântula anormal resultante dessa semente não tratada com fungicida (Figura 2B) pode ser um indicativo de que a anormalidade da plântula não tenha sido uma consequência imediata das injúrias mecânicas, visto que não incidiram sobre o eixo embrionário e sim, devido à ação do fungo.



Figura 2 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar Tatu ST, sem tratamento químico e armazenada por 30 dias (A), caracterizada como apresentando injúrias mecânicas não severa nos cotilédones e não severa no eixo embrionário (nota 2.1) originando plântula anormal (B)

Na Figura 3A observa-se a imagem radiográfica de uma semente tratada com fungicida e armazenada durante 60 dias sem injúrias mecânicas nos cotilédones ou no eixo embrionário (nota 1.1), dando origem a uma plântula normal (Figura 3B).

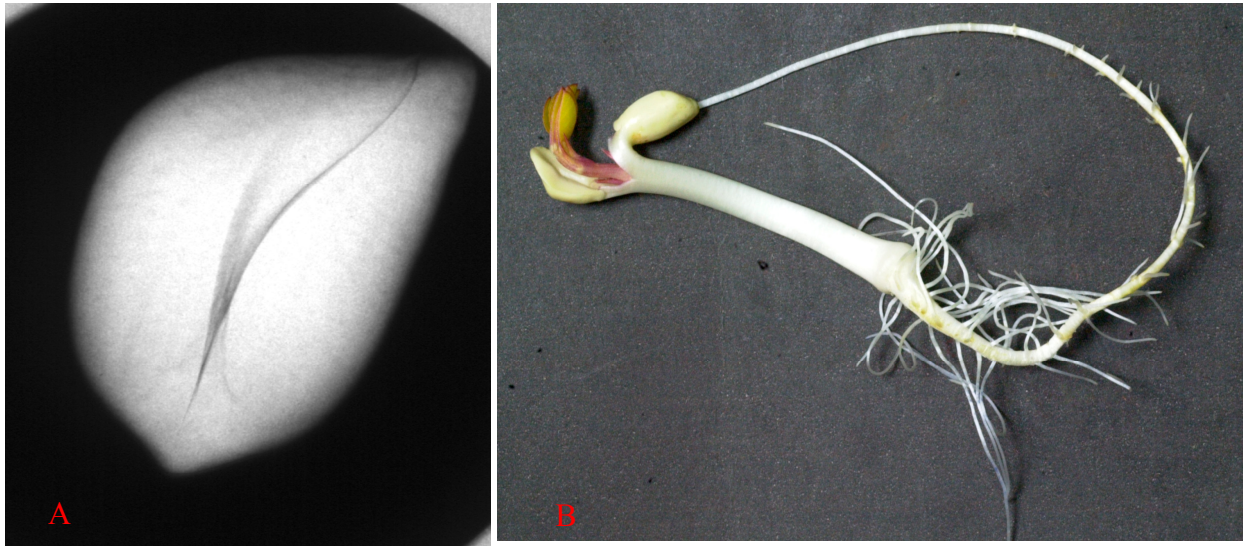


Figura 3 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar Tatu ST, tratada com fungicida e armazenada por 60 dias (A), não apresentou injúrias nos cotilédones ou no eixo embrionário (nota 1.1), originando uma plântula normal (B)

De maneira semelhante ao observado para a ocorrência de sementes com injúrias mecânicas (Tabela 6), foi baixo o percentual de sementes com manchas escurecidas associadas com tecidos deteriorados, que poderiam ser indicativos da presença de fungos (Tabela 7). Entretanto, sempre que essas manchas foram detectadas por meio dos raios X houve prejuízos à germinação, independentemente da semente ter sido tratada ou não. Esta relação também havia sido constatada por Mondo e Cicero (2005) em sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga; os autores verificaram que a presença destas alterações (manchas escuras na região do embrião) sempre resultaram em plântulas anormais ou em sementes mortas e que, após o teste de sanidade, observaram a associação com os fungos *Fusarium moliniforme* e *Penicillium* sp.

Tabela 7 – Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de tecidos deteriorados (manchas escurecidas) e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³								
		(1.1)	(1.2)	(2.1)	(2.2)	(1.3)	(3.1)	(3.2)	(3.3)	
0	T	PN	36	-	-	-	-	-	-	-
		PA	12	-	-	-	-	-	-	-
		SM	40	-	2	2	-	-	-	-
	F	PN	72	-	-	-	-	-	-	-
		PA	15	-	-	-	-	-	-	-
		SM	5	-	2	1	-	-	1	-
	FI	PN	71	-	-	-	-	-	-	-
		PA	6	-	2	1	-	-	-	-
		SM	8	-	2	-	-	1	-	-
	I	PN	54	-	-	-	-	-	-	-
		PA	3	-	1	-	-	-	-	-
		SM	28	-	2	1	-	-	-	3
15	T	PN	38	-	-	-	-	-	-	-
		PA	23	-	1	-	-	-	-	1
		SM	24	-	2	-	-	-	1	1
	F	PN	73	-	-	-	-	-	-	-
		PA	7	-	1	-	-	1	-	-
		SM	6	-	1	-	-	1	-	-
	FI	PN	74	-	-	-	-	-	-	-
		PA	3	2	2	-	-	-	-	-
		SM	7	-	2	-	1	-	-	-
	I	PN	52	-	-	-	-	-	-	-
		PA	4	1	-	-	-	-	-	-
		SM	33	1	-	1	-	-	-	-

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³ O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 7 – Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de tecidos deteriorados (manchas escurecidas) e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³								
		(1.1)	(1.2)	(2.1)	(2.2)	(1.3)	(3.1)	(3.2)	(3.3)	
30	T	PN	33	-	-	-	-	-	-	-
		PA	10	2	-	-	-	-	-	-
		SM	34	2	-	-	1	-	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-	-
		PA	7	1	-	1	-	-	-	-
		SM	8	-	-	-	-	-	-	-
	FI	PN	73	-	-	-	-	-	-	-
		PA	5	-	-	-	-	3	-	-
		SM	8	-	-	-	-	-	-	-
	I	PN	40	-	-	-	-	-	-	-
		PA	14	-	-	-	-	-	-	-
		SM	35	-	-	-	-	1	-	-
45	T	PN	30	-	-	-	-	-	-	-
		PA	11	-	-	-	-	-	-	-
		SM	49	-	-	-	-	-	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-	-
		PA	6	1	-	-	-	-	-	-
		SM	11	-	-	-	-	-	-	-
	FI	PN	75	-	-	-	-	-	-	-
		PA	4	-	1	-	-	-	-	-
		SM	10	-	2	-	-	-	-	-
	I	PN	37	-	-	-	-	-	-	-
		PA	11	-	-	-	-	-	-	-
		SM	40	-	-	-	-	-	-	-

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³ O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 7 Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de tecidos deteriorados (manchas escurecidas) e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (conclusão)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³								
		(1.1)	(1.2)	(2.1)	(2.2)	(1.3)	(3.1)	(3.2)	(3.3)	
60	T	PN	26	-	-	-	-	-	-	-
		PA	16	-	-	-	-	-	-	1
		SM	47	-	-	1	1	-	-	-
	F	PN	54	-	-	-	-	-	-	-
		PA	10	-	-	-	-	-	-	-
		SM	19	-	-	-	-	-	-	-
	FI	PN	54	-	-	-	-	-	-	-
		PA	8	-	-	-	-	-	-	-
		SM	17	-	-	1	-	-	-	-
	I	PN	24	-	-	-	-	-	-	-
		PA	22	-	-	-	-	-	-	-
		SM	41	-	-	-	-	-	-	-
90	T	PN	22	-	-	-	-	-	-	-
		PA	31	-	1	-	-	-	-	-
		SM	31	-	-	-	-	-	-	-
	F	PN	50	-	-	-	-	-	-	-
		PA	19	-	1	1	-	-	-	-
		SM	18	-	-	1	-	-	-	-
	FI	PN	48	-	-	-	-	-	-	-
		PA	14	1	-	1	-	-	-	-
		SM	23	2	-	1	-	-	-	-
	I	PN	20	-	-	-	-	-	-	-
		PA	22	-	-	-	-	-	-	-
		SM	43	1	-	-	-	-	-	-
180	T	PN	15	-	-	-	-	-	-	-
		PA	28	1	1	4	-	2	-	-
		SM	19	2	-	2	-	-	-	-
	F	PN	43	-	-	-	-	-	-	-
		PA	21	-	-	-	-	-	-	-
		SM	16	3	-	5	-	-	-	-
	FI	PN	54	-	-	-	-	-	-	-
		PA	6	-	-	-	-	-	-	-
		SM	19	1	1	-	-	-	-	-
	I	PN	13	-	-	-	-	-	-	-
		PA	21	1	-	-	-	-	-	-
		SM	46	1	1	-	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem respectivamente a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Os percentuais de sementes apresentando tecidos deteriorados foi abaixo de 13% dentro de cada tratamento em cada período de armazenamento (Tabela 7), conforme se observa nas colunas correspondentes as notas (1.2), (2.1), (2.2), (1.3), (3.1), (3.2) e (3.3). Para os tratamentos em que não foi aplicado o fungicida, foram observadas altas percentagens de plântulas anormais e de sementes mortas, a partir de sementes sem manchas escurecidas (coluna correspondente à nota (1.1)), indicando que a baixa percentagem de germinação não se relacionou com a ocorrência das manchas; possivelmente essa baixa germinação seja devido à ação dos fungos por ocasião da germinação, quando encontram condições favoráveis de água e temperatura. É importante destacar que na pesquisa, as sementes foram armazenadas com baixo teor de água (5%) e em temperatura de 20 °C, condições que são desfavoráveis à ação de fungos. Segundo Pinto (1996) os fungos de armazenamento podem infestar as sementes, bem como podem tolerar baixo teor de água das sementes e sobreviver por períodos prolongados de armazenamento sem causar danos aparentes ao material.

A eficiência do teste de raios X na identificação de manchas escurecidas possivelmente associadas com a presença de fungos, conforme descrito por Mondo e Cícero (2005) em sementes de milho, proporcionando anormalidades de plântulas ou morte de sementes, também foi constatado no presente trabalho. Observa-se que a plântula anormal apresentada na Figura 4A pode ter sido resultado da presença de tecidos deteriorados observados no cotilédone da semente [nota (2.1)]. A mancha escura foi localizada na região inferior dos cotilédones e não atingiu o eixo embrionário; contudo, como a semente havia sido tratada com fungicida, não foi observado crescimento micelial na plântula anormal resultante (Figura 4B). Em outro exemplo, apresentado na Figura 5A, a área circulada indica a severa presença de tecidos deteriorados nos cotilédones [nota (3.1)], resultando em uma semente morta (Figura 5B), que embora tenha sido submetida ao tratamento com fungicida, apresentou proliferação de fungos.

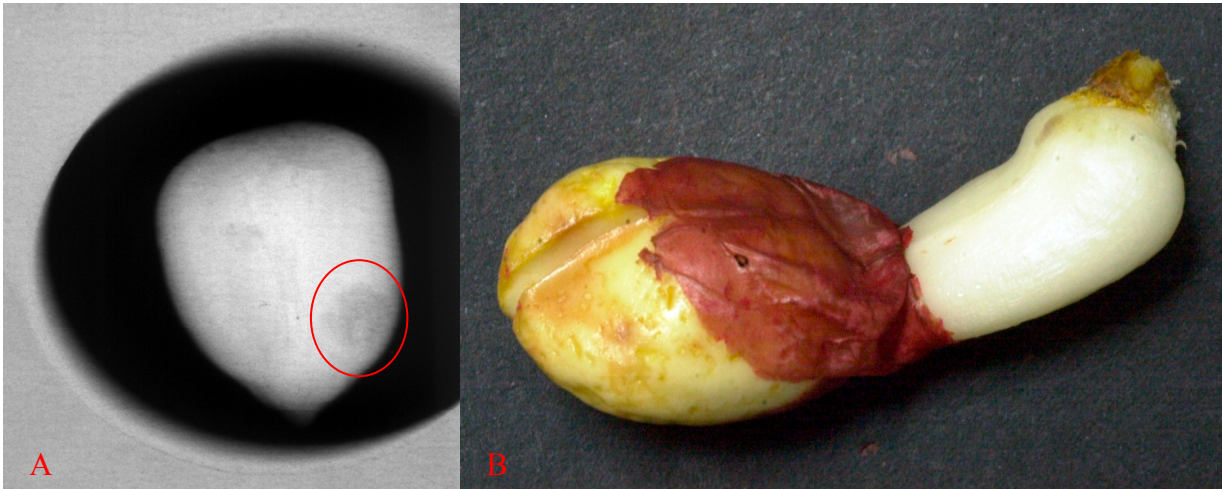


Figura 4 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar Tatu ST, tratada com fungicida e sem armazenamento (A), caracterizada como apresentando injúria não severa por tecidos deteriorados nos cotilédones e ausência de injúrias na região do eixo embrionário (nota (2.1)), originando plântula anormal (B)

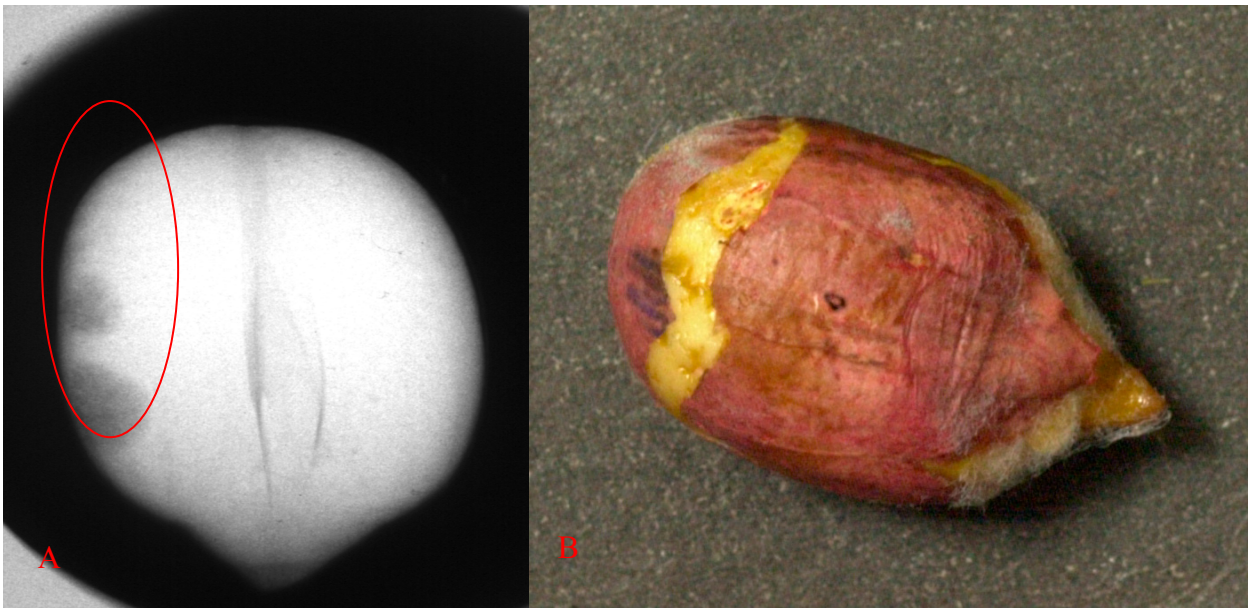


Figura 5 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar Tatu ST, tratada com fungicida e armazenada por 15 dias (A), caracterizada como apresentando injúria severa por tecidos deteriorados nos cotilédones e ausência de injúrias na região do eixo embrionário (nota (3.1)), originando semente morta (B)

Nesta pesquisa também foram observadas sementes com injúrias mecânicas e que também apresentavam manchas escuras possivelmente associadas a tecidos deteriorados (Tabela 8). Observa-se que os percentuais de sementes com estas ocorrências foram de no máximo 12%, dentro de cada tratamento em cada período de armazenamento, nas colunas correspondentes as notas 1.2(1.2), 1.3(2.3), 2.1(2.1), 2.1(2.2), 2.1(1.2), 2.2(1.1) e 3.3(3.3), superando os percentuais observados nas Tabelas 6 e 7. Isto demonstra a importância de controlar a ocorrência de injúrias mecânicas nas sementes, visto que, podem se constituir em via de acesso para a incidência de fungos. De forma semelhante ao observado para as Tabelas 6 e 7, nos tratamentos em que as sementes não receberam o tratamento com o fungicida, ocorreram altas percentagens de plântulas anormais e de sementes mortas dentro da coluna correspondente a nota 1.1(1.1) (Tabela 8), indicando que o fator determinante para os baixos valores de germinação pode não ter sido apenas a associação entre injúrias mecânicas e tecidos deteriorados, como também possivelmente essa baixa germinação seja devido à ação dos fungos por ocasião da germinação, quando encontram condições favoráveis de água e temperatura. Destaca-se que na pesquisa, as sementes foram armazenadas em baixo teor de água (5%) e em temperatura de 20 °C, condições que são desfavoráveis à ação de fungos. Também, há que se considerar o efeito latente das injúrias mecânicas, que podem ocorrer a partir de lesões nos tecidos das sementes, não identificadas pelo teste de raios X.

Novamente, é importante destacar que sempre que foram observadas sementes com injúrias mecânicas e que também apresentavam manchas escuras possivelmente associadas a tecidos deteriorados, independente de terem sido tratadas ou não, houve prejuízo à germinação.

Tabela 8 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na associação da presença ou ausência de injúrias mecânicas e de tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³										
		1.1 (1.1)	1.2(1.2)	1.3(2.3)	2.1(2.1)	2.1(2.2)	2.1(1.2)	2.2(1.1)	2.2(2.1)	3.3(3.3)		
0	T	PN	36	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	12	2	-	1	-	-	-	-	-	
		SM	40	1	-	1	-	-	-	-	-	
	F	PN	72	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	15	-	-	-	-	-	-	-	-	
		SM	5	-	-	-	-	-	-	1	-	
	FI	PN	71	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	6	-	-	-	-	-	-	1	-	
		SM	8	-	-	-	1	-	-	1	-	
	I	PN	54	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	3	-	1	1	-	1	-	-	-	
		SM	28	2	-	2	-	-	-	-	-	
	15	T	PN	38	-	-	-	-	-	-	-	-
			PA	23	-	-	1	-	2	-	-	-
			SM	24	-	-	2	-	2	1	-	-
F		PN	73	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	7	-	-	2	-	2	-	-	-	
		SM	6	-	-	2	-	1	1	-	-	
FI		PN	74	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	3	-	-	1	-	-	-	-	-	
		SM	7	-	-	1	-	1	2	-	-	
I		PN	52	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	4	-	-	-	-	1	-	-	-	
		SM	33	-	-	4	1	1	1	-	-	

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados. Nos conjuntos numéricos, o primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 8 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na associação da presença ou ausência de injúrias mecânicas e de tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³									
		1.1 (1.1)	1.2(1.2)	1.3(2.3)	2.1(2.1)	2.1(2.2)	2.1(1.2)	2.2(1.1)	2.2(2.1)	3.3(3.3)	
30	T	PN	33	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	10	-	-	3	-	-	-	-	-
		SM	34	-	-	8	-	-	1	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	7	-	2	1	-	-	-	-	-
		SM	8	-	-	1	-	-	-	-	-
	FI	PN	73	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	5	-	-	-	1	-	2	-	-
		SM	8	-	1	-	1	-	-	-	-
	I	PN	40	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	14	1	-	-	-	-	2	-	-
		SM	35	1	-	1	-	-	2	-	-
45	T	PN	30	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	11	-	-	1	1	-	-	-	-
		SM	49	3	-	4	-	-	-	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	6	1	-	1	-	-	-	-	-
		SM	11	1	-	4	-	-	-	-	-
	FI	PN	75	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	4	1	-	1	-	-	-	-	-
		SM	10	1	-	3	-	-	-	-	1
	I	PN	37	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	11	1	-	1	-	1	-	-	-
		SM	40	1	-	6	1	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados. Nos conjuntos numéricos, o primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 8 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na associação da presença ou ausência de injúrias mecânicas e de tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³									
			1.1(1.1)	1.2(1.2)	1.3(2.3)	2.1(2.1)	2.1(2.2)	2.1(1.2)	2.2(1.1)	2.2(2.1)	3.3(3.3)	
60	T	PN	26	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	16	-	1	2	-	-	-	-	-	
		SM	47	-	-	1	-	-	-	-	-	
	F	PN	54	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	10	1	-	5	-	-	-	-	-	
		SM	19	2	-	6	-	-	-	2	-	
	FI	PN	54	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	8	3	-	3	-	-	-	-	-	
		SM	17	5	-	6	1	-	-	-	-	
	I	PN	24	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	22	1	-	3	-	-	-	1	-	
		SM	41	2	-	1	-	-	1	-	-	
	90	T	PN	22	-	-	-	-	-	-	-	-
			PA	31	3	-	4	1	-	-	-	-
			SM	31	2	-	3	-	-	-	-	-
F		PN	50	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	19	1	-	4	-	-	-	-	-	
		SM	18	1	-	2	-	-	-	1	-	
FI		PN	48	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	14	-	-	3	-	-	-	-	1	
		SM	23	1	-	3	-	-	-	-	1	
I		PN	20	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	22	1	-	2	-	-	-	-	1	
		SM	43	1	-	6	1	-	-	-	1	
180		T	PN	15	-	-	-	-	-	-	-	-
			PA	28	2	-	7	1	-	-	-	-
			SM	19	2	-	4	-	-	-	1	2
	F	PN	43	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	21	-	-	1	-	-	-	-	-	
		SM	16	2	-	7	-	-	-	-	3	
	FI	PN	54	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	6	-	-	2	1	-	-	-	-	
		SM	19	3	-	6	1	-	-	-	4	
	I	PN	13	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	21	-	-	2	-	-	-	-	1	
		SM	46	2	-	5	-	-	-	1	3	

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados. Nos conjuntos numéricos, o primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Observa-se na Figura 6A, a radiografia de uma semente com a presença de injúrias mecânicas na região do eixo embrionário (indicado pelas setas), estendendo-se pelos cotilédones e, também, associadas à ocorrência de tecidos deteriorados (indicada pelo círculo), caracterizada com a nota 2.3(2.3). A alta severidade das injúrias foi determinante para que ocorresse a morte do embrião da semente (Figura 6B). Em outro exemplo, apresentado na Figura 7A, observa-se a ocorrência de injúrias mecânicas (indicado pelas setas) e injúrias por tecidos deteriorados (indicado pelo círculo) na região superior dos cotilédones [nota 2.1(2.1)]. Neste caso, como as injúrias não incidiram sobre o eixo embrionário a semente germinou, porém originando uma plântula anormal (Figura 7B). Isto pode ser consequência do desenvolvimento de fungos sobre a semente ou no seu interior, visto que havia sido tratada somente com inseticida.

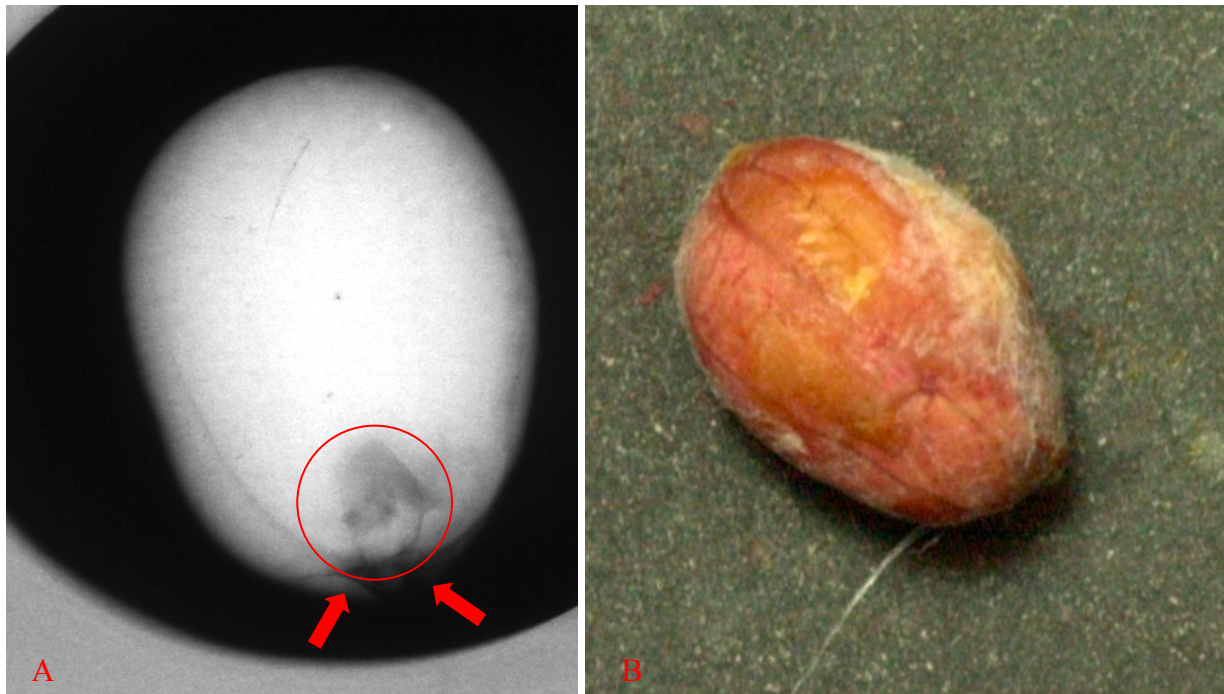


Figura 6 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar Tatu ST, tratada com inseticida e armazenada por 90 dias (A), caracterizada como apresentando injúria mecânica associada a injúria por tecidos deteriorados na região do eixo embrionário, estendendo-se pelos cotilédones [nota 2.3(2.3)*], originando semente morta (B)

* Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados

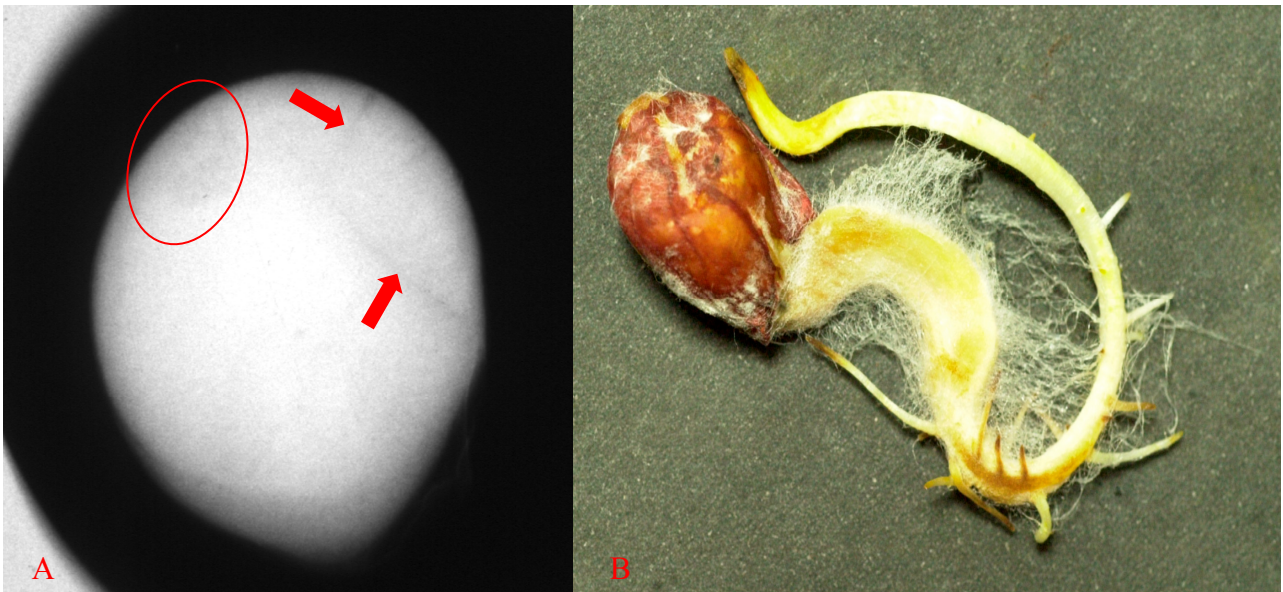


Figura 7 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar Tatu ST, tratada com inseticida e armazenada por 180 dias (A), caracterizada como apresentando injúria mecânica não severa associada a injúria não severa por tecidos deteriorados na região dos cotilédones [nota 2.1(2.1)*], originando plântula anormal (B)

* Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados

Os dados da Tabela 9 referem-se à soma dos percentuais de ocorrência de sementes com injúrias mecânicas, com manchas escurecidas (associadas com tecidos deteriorados) e a associação de ambos os danos identificados por meio do teste de raios X. Os dados indicam que a ocorrência de plântulas anormais e de sementes mortas apresentou baixa relação com a ocorrência das injúrias. Observa-se, na Tabela 9, que os percentuais de sementes com injúrias que originaram plântulas anormais ou sementes mortas, não foram maiores do que 38%, nas colunas correspondentes as notas 2.1, 1.2, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2 e 3.3, dentro de cada tratamento em cada período de armazenamento. Contudo, como foi observado nas Tabelas 6, 7 e 8, nos tratamentos em que não foi aplicado o fungicida, na coluna correspondente à nota 1.1 (Tabela 9), observa-se altas percentagens de plântulas anormais e de sementes mortas, indicando que o fator determinante para os baixos valores de germinação pode não ter sido apenas a ocorrência isolada de injúrias mecânicas, de tecidos deteriorados ou a associação entre ambas, como também possivelmente essa baixa germinação seja devido à ação dos fungos por ocasião da germinação,

quando encontram condições favoráveis de água e temperatura, uma vez que as sementes foram armazenadas em baixo teor de água (5%) e em temperatura de 20 °C, condições que não são favoráveis à ação de fungos. Também, há que se considerar o efeito latente das injúrias mecânicas, que podem ocorrer a partir de lesões nos tecidos das sementes, não identificadas pelo teste de raios X, bem como, a baixa qualidade fisiológica das sementes. Isso pode ser confirmado observando, na coluna correspondente à nota 1.1 dentro de cada período de armazenamento, os menores percentuais de plântulas anormais e de sementes mortas nos tratamentos em que foi aplicado o fungicida em comparação aos tratamentos testemunha e a aplicação de apenas inseticida.

Tabela 9 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas, na presença ou ausência de tecidos deteriorados e na associação de injúrias mecânicas com tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³							
			1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3
0	T	PN	36	-	-	-	-	-	-	-
		PA	12	2	3	-	-	-	-	-
		SM	40	4	1	1	-	-	-	1
	F	PN	72	-	-	-	-	-	-	-
		PA	15	-	-	-	-	-	-	-
		SM	5	3	-	1	1	1	1	1
	FI	PN	71	-	-	-	-	-	-	-
		PA	6	3	3	2	-	-	-	-
		SM	8	4	-	1	-	1	1	-
	I	PN	54	-	-	-	-	-	-	-
		PA	3	2	1	-	-	-	-	-
		SM	28	6	2	2	1	1	-	-
15	T	PN	38	-	-	-	-	-	-	-
		PA	23	4	2	-	-	-	-	1
		SM	24	6	-	1	-	-	-	1
	F	PN	73	-	-	-	-	-	-	-
		PA	7	4	2	-	-	1	1	-
		SM	6	3	1	1	-	1	-	-
	FI	PN	74	-	-	-	-	-	-	-
		PA	3	3	2	2	-	-	-	-
		SM	7	5	1	3	-	-	-	-
	I	PN	52	-	-	-	-	-	-	-
		PA	4	-	1	1	1	-	-	-
		SM	33	4	2	2	-	-	-	-

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³ O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 9 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas, na presença ou ausência de tecidos deteriorados e na associação de injúrias mecânicas com tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³								
		1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	
30	T	PN	33	-	-	-	-	-	-	-
		PA	10	4	1	3	-	-	-	
		SM	34	12	3	-	-	-	-	
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-	-
		PA	7	3	1	-	2	-	-	-
		SM	8	4	-	-	-	-	-	-
	FI	PN	73	-	-	-	-	-	-	-
		PA	5	3	1	1	-	3	-	-
		SM	8	3	-	3	-	-	-	-
	I	PN	40	-	-	-	-	-	-	-
		PA	14	1	3	2	-	-	-	-
		SM	35	2	1	2	-	-	-	-
45	T	PN	30	-	-	-	-	-	-	-
		PA	11	3	1	-	-	-	-	-
		SM	49	5	1	-	-	-	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-	-
		PA	6	1	1	-	-	-	-	-
		SM	11	4	2	-	-	-	-	-
	FI	PN	75	-	-	-	-	-	-	-
		PA	4	2	1	-	-	-	-	-
		SM	10	5	2	-	-	-	-	1
	I	PN	37	-	-	-	-	-	-	-
		PA	11	2	1	-	-	-	-	-
		SM	40	8	1	-	-	-	-	-

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³ O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 9 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas, na presença ou ausência de tecidos deteriorados e na associação de injúrias mecânicas com tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (conclusão)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³							
			1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3
60	T	PN	26	-	-	-	-	-	-	-
		PA	16	3	-	-	1	-	-	1
		SM	47	4	1	1	-	-	-	-
	F	PN	54	-	-	-	-	-	-	-
		PA	10	6	1	-	-	-	-	-
		SM	19	10	2	-	-	-	-	-
	FI	PN	54	-	-	-	-	-	-	-
		PA	8	3	3	-	-	-	-	-
		SM	17	9	4	2	-	-	-	-
	I	PN	24	-	-	-	-	-	-	-
		PA	22	6	1	-	-	-	-	-
		SM	41	2	2	2	-	-	-	-
90	T	PN	22	-	-	-	-	-	-	-
		PA	31	6	2	1	-	-	-	-
		SM	31	4	2	1	-	-	-	-
	F	PN	50	-	-	-	-	-	-	-
		PA	19	3	1	1	-	-	-	-
		SM	18	3	1	1	-	-	-	-
	FI	PN	48	-	-	-	-	-	-	-
		PA	14	3	2	1	-	-	-	1
		SM	23	4	2	1	-	-	-	1
	I	PN	20	-	-	-	-	-	-	-
		PA	22	2	1	-	-	-	-	1
		SM	43	8	2	-	-	-	-	1
180	T	PN	15	-	-	-	-	-	-	-
		PA	28	15	3	2	-	2	-	1
		SM	19	8	4	1	-	-	-	2
	F	PN	43	-	-	-	-	-	-	-
		PA	21	2	-	-	-	-	-	-
		SM	16	7	5	3	-	-	-	3
	FI	PN	54	-	-	-	-	-	-	-
		PA	6	-	1	2	-	-	-	-
		SM	19	11	3	-	-	-	-	4
	I	PN	13	-	-	-	-	-	-	-
		PA	21	3	1	-	-	-	-	1
		SM	46	8	3	1	-	-	-	3

¹ Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

² T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³ O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

2.3.2 Cultivar IAC 886

Os resultados do grau de umidade, de germinação e dos testes de envelhecimento acelerado, de emergência de plântulas em campo e de condutividade elétrica das sementes, submetidas ou não ao tratamento químico e armazenadas por diferentes períodos estão apresentados na Tabela 10. Na Tabela 11 são apresentados os percentuais de incidência de fungos nas sementes e na Tabela 12 os resultados dos índices de crescimento, de uniformidade e de vigor obtidos a partir da análise computadorizada de plântulas.

Os benefícios do tratamento das sementes com fungicida na preservação da germinação das sementes foram observados em todos os períodos de armazenamento, com exceção para os períodos de 0 e 45 dias após o tratamento químico, nos quais não houve diferença em relação à testemunha (Tabela 10). Por outro lado, as sementes tratadas com a mistura fungicida+inseticida, apresentaram melhor germinação em relação à testemunha apenas aos 30, 60 e 180 dias após o armazenamento. Ressalta-se, entretanto, que, em alguns casos, as sementes tratadas com fungicida apresentaram maior germinação e vigor quando comparadas com as sementes tratadas com fungicida+inseticida, conforme pode ser observado nos períodos de 15 e 90 dias após o tratamento químico para o teste de germinação, nos períodos de 30 e 45 dias após o tratamento químico para o teste de envelhecimento acelerado e a partir de 60 dias após o tratamento químico para o teste de emergência de plântulas em campo. Observando os resultados obtidos no teste de sanidade (Tabela 11), verifica-se que, de maneira geral, para os períodos de 90 e 180 dias após o tratamento químico, houve alta incidência de fungos *Aspergillus* spp. e *Rhizopus* spp., nas sementes submetidas ao tratamento fungicida+inseticida quando comparado com o tratamento que recebeu apenas o fungicida, explicando, em parte, os piores resultados de germinação e de vigor apresentados na Tabela 10.

Para o teste de condutividade elétrica (Tabela 10), não foi observado o mesmo comportamento em separar os diferentes tratamentos químicos aplicados às sementes. Cabe ressaltar que os produtos utilizados no tratamento das sementes parecem não ter influenciado o teste de condutividade elétrica, assegurando a confiabilidade dos resultados, conforme observado também em pesquisa desenvolvida por Marchi e Cicero (2003) com sementes de milho. Observa-se na Tabela 10 que as maiores leituras foram verificadas para sementes armazenadas em períodos superiores a 30 dias após o tratamento químico, o que pode ser resultado da perda do

potencial fisiológico durante o armazenamento, uma vez que membranas mal estruturadas e células danificadas estão, geralmente, associadas com o processo de deterioração da semente, afetando o vigor (Powell e Matthews, 1991).

O tratamento das sementes com fungicida e com fungicida+inseticida, dentro de cada época de avaliação, foi eficiente no controle de fungos de armazenamento quando comparados com os demais tratamentos (Tabela 11). Porém, analisando o efeito do tratamento fungicida+inseticida ao longo do armazenamento, observa-se que houve aumento significativo na incidência do fungo *Aspergillus* spp. à partir 90 dias após o tratamento químico. Assim, pode-se afirmar que o melhor potencial fisiológico das sementes até 60 dias após o tratamento químico, evidenciado nos testes de germinação, de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo (Tabela 10), para os tratamentos fungicida e fungicida+inseticida, deveu-se, em parte, ao controle eficiente dos fungos *Aspergillus* spp. e *Rhizopus* spp.. Cabe ressaltar também que a baixa germinação e o baixo vigor das sementes tratadas com o inseticida podem estar relacionados com a deterioração durante do armazenamento, bem como, com o efeito fitotóxico do produto inseticida, quer aplicado isoladamente ou em conjunto com o fungicida, corroborando com a pesquisa de Scarpellini e Nakamura (2002), que com o objetivo de estudar o efeito do tratamento de sementes com o inseticida thiamethoxam (Cruiser 700 WS) no controle do tripses *Enneothrips flavens* na cultura do amendoim, cv. Tatu, constataram efeitos fitotóxicos durante o armazenamento das sementes. Da mesma forma, Gotardo et al. (2001), estudando o inseticida thiamethoxam em sementes de milho, concluíram que o uso do inseticida fica condicionado ao período de armazenamento das sementes, devendo ser aplicado somente no momento da semeadura, para que não ocorra fitotoxicidade. Também, Bittencourt et al. (2000) estudando os inseticidas carbofuran (Furazin 310TS), thiodicarb (Semevin 350RA), thiodicarb + molibdênio e boro (Futur 300) e thiamethoxan (Cruiser 70WS) na germinação e vigor de sementes de milho com diferentes períodos de armazenamento, verificaram que todos os inseticidas causaram reduções significativas na germinação e no vigor das sementes, avaliado pelos testes de frio e de condutividade elétrica, com intensidade variável em função do tipo de híbrido, do produto e do período de armazenamento.

Tabela 10 – Resultados do grau de umidade (U) e dos testes de germinação (TG), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em campo (EC) e de condutividade elétrica (CE) das sementes de amendoim, do cultivar IAC 886, após serem submetidas aos tratamentos químicos (TQ) e diferentes períodos de armazenamento

DATQ ⁽¹⁾	TQ	U	%			CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
			G	EA	EC	
0	T	5,4Aa	58AB*a**	19CDb	44Cb	27,8Aa
	F	5,5Aa	67Aa	39Ba	67Aa	33,0Aa
	FI	5,1Aa	65Aa	35Ba	63Aa	32,8Aa
	I	5,3Aa	58ABa	18Db	34Dc	32,5Aa
15	T	5,1Aa	52Bb	14Db	42Cb	34,3Aa
	F	5,5Aa	65Aa	53Aa	57Ba	33,4Aa
	FI	5,5Aa	52Bb	48ABa	47Cab	34,1Aa
	I	5,4Aa	51Bb	13Db	35Dc	36,9Bb
30	T	5,5Aa	52Ab	11Dc	42Cb	37,0Ba
	F	5,9Aa	62Aa	37Ba	59Aba	41,4Bb
	FI	5,4Aa	60ABa	21Cb	56Ba	40,3Bb
	I	5,3Aa	51Bb	8Dc	35Db	44,0Cb
45	T	5,5Aa	56ABa	10Db	36Db	45,1Ca
	F	5,5Aa	63Aa	30BCa	53Ba	44,0Ca
	FI	5,6Aa	62Aa	18CDb	53Ba	43,3Ca
	I	5,8Aa	45Bb	5Eb	27Ec	43,6Ca
60	T	5,6Aa	33Cb	7Db	40Cb	45,0Da
	F	5,4Aa	53Ba	28Ca	60Aa	42,7Ca
	FI	5,4Aa	52Ba	22Ca	43Cb	41,9Ca
	I	5,5Aa	27Cb	3Eb	30Dc	42,6Ca
90	T	5,5Aa	31Cb	5Eb	32Dc	48,2CDa
	F	5,0Aa	52Ba	24Ca	54Ba	50,8Da
	FI	5,5Aa	38Bb	24Ca	41Cb	53,7Da
	I	5,2Aa	21Dc	1Eb	26Ec	47,4CDa
180	T	5,1Aa	19Db	2Eb	24Ec	64,5Da
	F	5,3Aa	35Ca	16Da	52Ba	72,3Db
	FI	4,5Aa	30Ca	12Da	36Cb	67,9Da
	I	5,5Aa	16Db	0Eb	24Ec	70,3Db
CV(%)		8,74	6,58	15,02	6,34	9,20

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

*Valores seguidos pela mesma letra maiúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

**Valores seguidos pela mesma letra minúscula, em cada coluna, dentro dos diferentes períodos correspondentes aos dias após o tratamento químico, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

TABELA 11 - Incidência de fungos em sementes de amendoim, cultivar IAC 886, submetidas ao tratamento químico (TQ) e armazenadas por diferentes períodos

DATQ ¹	TQ ²	<i>Aspergillus</i> spp	<i>Rhizopus</i> spp	<i>Penicillium</i> spp
		-----%-----		
0	T	4A*a**	51Cb	0Aa
	F	0Aa	14Ba	0Aa
	FI	2Aa	14Ba	0Aa
	I	17Ab	50Cb	0Aa
15	T	10Ab	36BCb	1Aa
	F	1Aa	3Aa	0Aa
	FI	1Aa	12Ba	0Aa
	I	22ABc	52Cb	0Aa
30	T	36Bb	63Cb	0Aa
	F	0Aa	12Ba	0Aa
	FI	1Aa	17Ba	0Aa
	I	36Bb	66Cb	0Aa
45	T	31Bb	61Cb	0Aa
	F	0Aa	7ABa	0Aa
	FI	0Aa	19Ba	0Aa
	I	42Cb	78Db	0Aa
60	T	30Bb	63Cb	3Aa
	F	4Aa	27Ba	0Aa
	FI	4Aa	29Ba	0Aa
	I	44Cb	86Dc	4Aa
90	T	47Cb	76CDb	3Aa
	F	8Aa	20Ba	4Aa
	FI	32Ba	35BCa	0Aa
	I	63Dc	81Db	4Aa
180	T	57Dbc	90Dd	2Aa
	F	16Aa	27Ba	0Aa
	FI	32Bb	42BCb	4Aa
	I	63Dc	63Cc	4Aa
CV(%)		63,22	42,28	388,02

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxa

*Valores seguidos pela mesma letra maiúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

**Valores seguidos pela mesma letra minúscula, em cada coluna, dentro dos diferentes períodos correspondentes aos dias após o tratamento químico, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Por outro lado, para os índices de crescimento e de vigor de plântulas obtidos por meio da análise computadorizada (Tabela 12), o tratamento fungicida não diferiu do tratamento fungicida+inseticida, em todo período de armazenamento, com exceção para 180 dias de armazenamento para o índice de vigor, que acusou melhor desempenho para as sementes tratadas com a mistura dos produtos

Embora não tenha sido constatada a mesma sensibilidade na separação dos tratamentos fungicida e fungicida+inseticida, por meio do programa computacional, como foi observado nos testes de germinação, envelhecimento acelerado e emergência de plântulas em campo (Tabela 10) a análise computadorizada possibilitou a separação desses tratamentos em relação à testemunha e ao tratamento apenas com inseticida. Já com relação ao índice de uniformidade de crescimento de plântulas não foi observada eficiência para diferenciar os tratamentos (Tabela 12).

Observando os resultados apresentados na Tabela 12, de maneira geral, os maiores valores dos índices de crescimento, de uniformidade e de vigor foram obtidos para sementes armazenadas até 60 dias após o tratamento químico, sendo que, a partir deste período de armazenamento os valores decresceram significativamente. Da mesma forma, analisando os resultados do teste de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo (Tabela 10), a queda significativa do vigor ocorreu a partir dos 60 dias após o tratamento químico.

Além de apresentar maior rapidez na obtenção dos resultados, a análise computadorizada mostrou, de forma mais evidente, a redução do potencial fisiológico no decorrer dos períodos de armazenamento (Tabela 12), quando comparados aos testes de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo (Tabela 10), ou seja, a redução do potencial fisiológico foi detectada antecipadamente pela análise computadorizada de plântulas. A eficiência deste método na avaliação do potencial fisiológico de sementes também foi constatada por outros pesquisadores, como, por exemplo, Sekharan (2005), que trabalhando com lotes de sementes de soja envelhecidas artificialmente, com germinação variando entre 83% e 95%, constatou a eficiência das análises feitas pelo programa computacional na detecção de diferenças no potencial fisiológico, especialmente quando as variações entre lotes eram mais acentuadas. Marcos Filho et al. (2006) trabalhando com sementes de melão, concluíram que os índices obtidos pela análise computadorizada de plântulas se relacionavam com os resultados obtidos pelos testes de vigor rotineiramente utilizados para a avaliação da qualidade das sementes, sendo uma alternativa rápida e objetiva para a avaliação do vigor das sementes. Também, Marcos Filho et al. (2009),

trabalhando com sementes de soja, verificaram que o vigor das sementes, avaliado por meio deste programa, apresentou valores consistentes em comparação com os resultados de primeira contagem e de velocidade de germinação, de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas. Por sua vez, Gomes Junior et al. (2009) verificaram eficiência do programa computacional na avaliação dos efeitos do condicionamento fisiológico de sementes de milho doce. Assim, com base nos resultados observados nesta pesquisa, a análise computadorizada demonstrou ser uma importante técnica para avaliação do potencial fisiológico de sementes de amendoim.

Devido ao baixo percentual de sementes com injúrias mecânicas que resultaram em plântulas anormais ou sementes mortas (Tabela 13), nas colunas correspondentes às notas 2.1, 1.2, 2.2, 2.3, 3.1 e 3.3, sendo inferior a 8%, dentro de cada tratamento em cada período de armazenamento, a baixa germinação das sementes não pode ser atribuída apenas às injúrias mecânicas. Porém, quando estas injúrias ocorreram, foi possível detectá-las de forma eficiente por meio do teste de raios X e estabelecer as relações entre a sua extensão, a região da semente onde foram localizadas e os efeitos sobre a germinação. A Figura 8, por exemplo, mostra a imagem radiográfica de uma semente tratada com inseticida, com injúria mecânica na região superior dos cotilédones (nota 2.1), dando origem a uma plântula anormal, com crescimento micelial de fungos. Contudo, a anormalidade da plântula não pode ser atribuída diretamente a ocorrência da injúria mecânica, uma vez que a semente havia sido tratada com inseticida, não prevenindo o desenvolvimento das estruturas dos fungos. A injúria mecânica, no referido exemplo, pode ter se constituído em importante via de acesso aos fungos para a colonização da semente.

Tabela 12 - Resultados da avaliação do vigor por meio da análise computadorizada: valores médios do índice de crescimento (IC), índice de uniformidade (IU) e índice de vigor (IV) para as sementes de amendoim, do cultivar IAC 886, após serem submetidas aos tratamentos químicos (TQ) e diferentes períodos de armazenamento.

DATQ ⁽¹⁾	TQ ²	IC	IU	IV
0	T	432C*b**	761Aa	530Cb
	F	595Ba	800Aa	656Ba
	FI	509Ba	769Aa	587Ba
	I	420Cb	744ABa	518Cb
15	T	400Cb	755Aa	507Cb
	F	494Ba	782Aa	581Ba
	FI	587Ba	817Aa	656Ba
	I	342Cb	743Ba	462Cb
30	T	508Bb	747ABa	580Bb
	F	759Aa	805Aa	773Aa
	FI	689Aa	742Ba	705Aa
	I	473Cb	751Aa	557Cb
45	T	445Cb	713Ba	525Cb
	F	519Ba	809Aa	606Ba
	FI	531Ba	742Ba	595Ba
	I	365Cb	710Ba	469Cb
60	T	300Db	691Ba	417Db
	F	454Ba	753Ba	544Ba
	FI	555Ba	754Ba	615Ba
	I	294Db	707BCa	418Ca
90	T	198Db	692BCa	347Da
	F	218Da	672BCa	354Da
	FI	251Da	706BCa	388Da
	I	205Db	696BCa	353Db
180	T	294Db	678BCa	409Da
	F	315Da	594Ca	399Db
	FI	346Ca	725Ba	460Ca
	I	178Db	659Ca	323Db
	CV(%)	21,85	8,72	13,29

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

*Valores seguidos pela mesma letra maiúscula, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

**Valores seguidos pela mesma letra minúscula, em cada coluna, dentro dos diferentes períodos correspondentes aos dias após o tratamento químico, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Tabela 13 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar IAC 886, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³						
			1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.3
0	T	PN	32	-	-	-	-	-	-
		PA	27	1	-	-	-	-	-
		SM	30	2	-	-	-	-	-
	F	PN	63	-	-	-	-	-	-
		PA	14	2	-	-	-	-	1
		SM	8	2	-	-	-	-	-
	FI	PN	69	-	-	-	-	-	-
		PA	16	3	1	-	-	-	-
		SM	0	-	-	-	-	-	-
	I	PN	32	-	-	-	-	-	-
		PA	35	3	-	-	-	-	-
		SM	14	2	-	1	1	-	-
15	T	PN	36	-	-	-	-	-	-
		PA	37	1	-	-	-	-	-
		SM	13	2	-	1	-	1	-
	F	PN	72	-	-	-	-	-	-
		PA	11	2	1	-	-	-	-
		SM	2	2	1	-	-	-	-
	FI	PN	71	-	-	-	-	-	-
		PA	16	3	2	-	2	-	-
		SM	0	-	-	-	-	-	-
	I	PN	40	-	-	-	-	-	-
		PA	30	2	-	-	-	-	-
		SM	22	1	-	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ).

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam.

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa.

Tabela 13 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar IAC 886, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³						
			1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.3
30	T	PN	33	-	-	-	-	-	-
		PA	10	1	-	-	-	-	-
		SM	34	4	-	1	-	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-
		PA	12	1	-	-	-	-	-
		SM	2	2	-	-	-	-	-
	FI	PN	70	-	-	-	-	-	-
		PA	8	1	1	-	-	-	-
		SM	8	2	-	1	1	-	-
	I	PN	37	-	-	-	-	-	-
		PA	28	2	-	-	-	-	-
		SM	17	4	-	-	-	-	-
45	T	PN	40	-	-	-	-	-	-
		PA	26	1	-	-	-	-	-
		SM	19	1	1	-	-	-	-
	F	PN	57	-	-	-	-	-	-
		PA	9	1	-	-	-	-	-
		SM	13	1	-	-	-	-	-
	FI	PN	67	-	-	-	-	-	-
		PA	15	1	-	-	-	-	-
		SM	6	2	-	1	-	-	-
	I	PN	34	-	-	-	-	-	-
		PA	28	2	1	-	-	-	-
		SM	17	2	-	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 13 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar IAC 886, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (conclusão)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³							
		1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	3.3	
60	T	PN	34	-	-	-	-	-	-
		PA	31	2	-	2	-	-	-
		SM	19	1	-	-	-	-	-
	F	PN	49	-	-	-	-	-	-
		PA	30	2	-	-	-	-	-
		SM	9	1	1	-	-	-	-
	FI	PN	44	-	-	-	-	-	-
		PA	38	1	-	-	-	-	-
		SM	4	2	-	-	-	1	-
	I	PN	29	-	-	-	-	-	-
		PA	35	2	-	-	-	-	-
		SM	25	1	-	-	-	-	-
90	T	PN	27	-	-	-	-	-	-
		PA	18	2	-	-	-	-	-
		SM	35	1	-	1	-	-	-
	F	PN	41	-	-	-	-	-	-
		PA	21	2	-	-	-	-	-
		SM	23	1	-	-	-	-	1
	FI	PN	40	-	-	-	-	-	-
		PA	30	4	-	-	-	-	-
		SM	13	2	-	1	-	-	-
	I	PN	34	-	-	-	-	-	-
		PA	22	2	-	-	-	-	-
		SM	31	1	1	1	-	-	-
180	T	PN	12	-	-	-	-	-	-
		PA	35	2	-	-	-	-	-
		SM	39	1	-	1	-	-	-
	F	PN	32	-	-	-	-	-	-
		PA	26	2	-	-	-	-	-
		SM	28	1	-	-	-	-	-
	FI	PN	36	-	-	-	-	-	-
		PA	22	3	-	-	-	-	-
		SM	25	1	-	1	-	-	-
	I	PN	15	-	-	-	-	-	-
		PA	46	1	-	-	-	-	-
		SM	24	2	-	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Na Figura 9A observa-se a imagem radiográfica de uma semente com injúria mecânica na parte superior dos cotilédones no sentido transversal e na região do eixo embrionário (nota 2.2), conforme indicado pelas setas, resultando em uma plântula anormal (Figura 9B), colonizada por

fungos. Ressalta-se que esta semente não havia sido submetida ao tratamento químico e, portanto, o crescimento micelial observado na plântula pode ser um indicativo de que as injúrias mecânicas proporcionaram maior facilidade para a ação dos fungos.

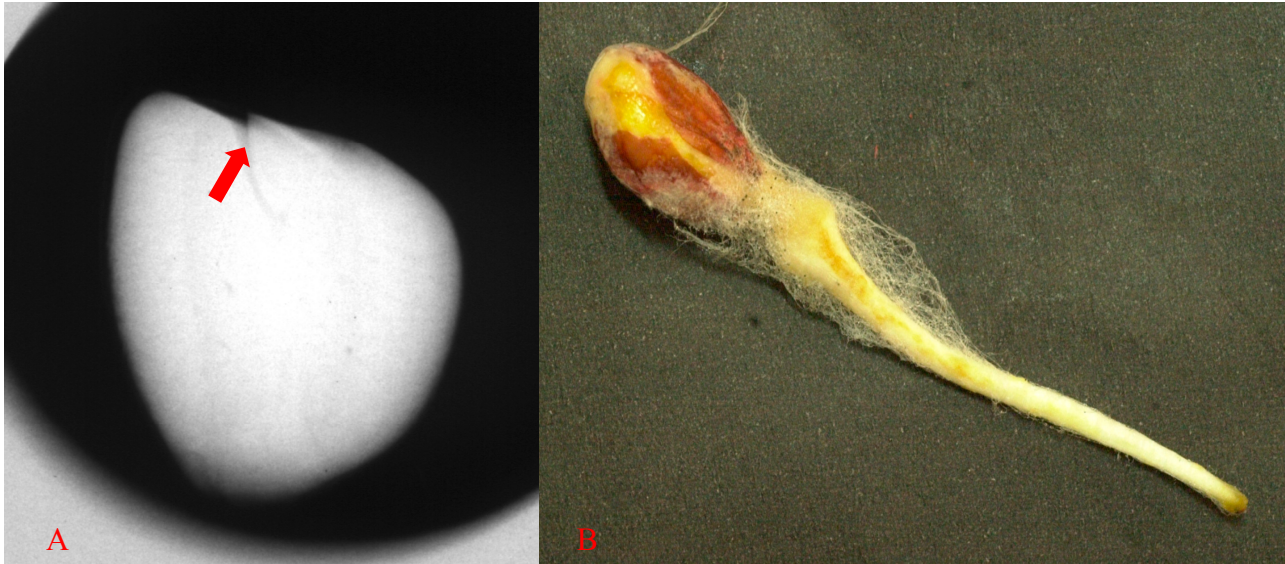


Figura 8 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar IAC 886, tratada com inseticida e sem armazenamento (A), apresentando injúria mecânica não severa na região superior dos cotilédones (nota 2.1), originando uma plântula anormal (B)

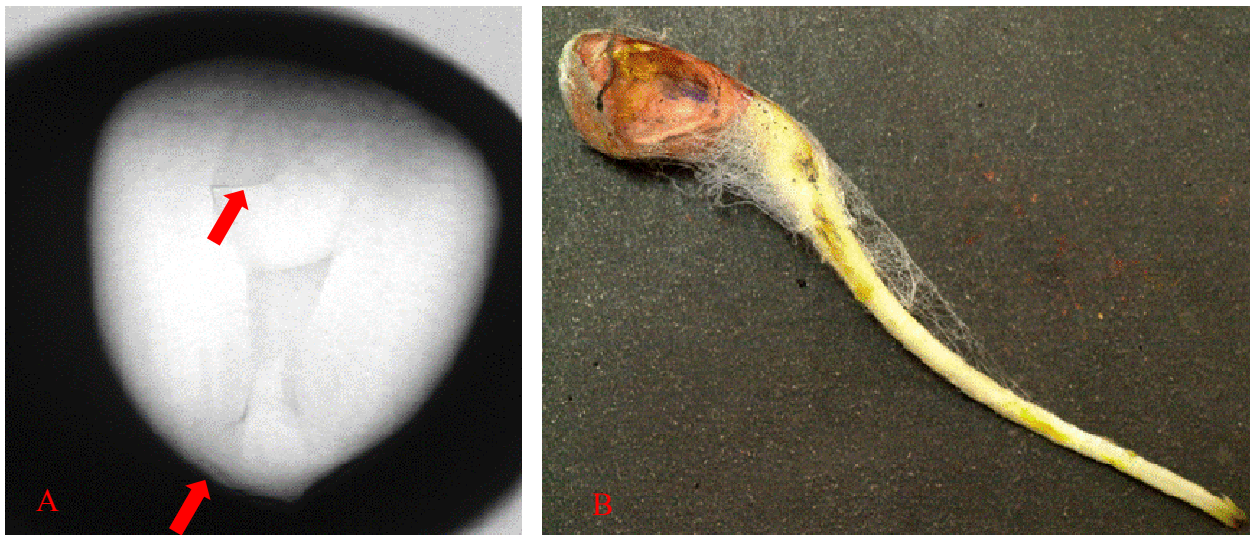


Figura 9 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar IAC 886, sem tratamento químico e armazenada por 15 dias (A), apresentando injúria mecânica não severa na região superior dos cotilédones e no eixo embrionário (nota 2.2), dando origem a uma plântula anormal (B)

Em outro exemplo, apresentado na Figura 10 A, tem-se uma semente com injúrias mecânicas não severas num dos cotilédones, no sentido longitudinal (indicado pelas setas) e ausência de injúrias no eixo embrionário (nota 2.1). A plântula anormal (Figura 10B) resultante dessa semente sem tratamento químico apresentou crescimento de fungos; a ocorrência da fissura, face a ocorrência dos fungos, pode ter sido determinante para a ocorrência da plântula infectada.

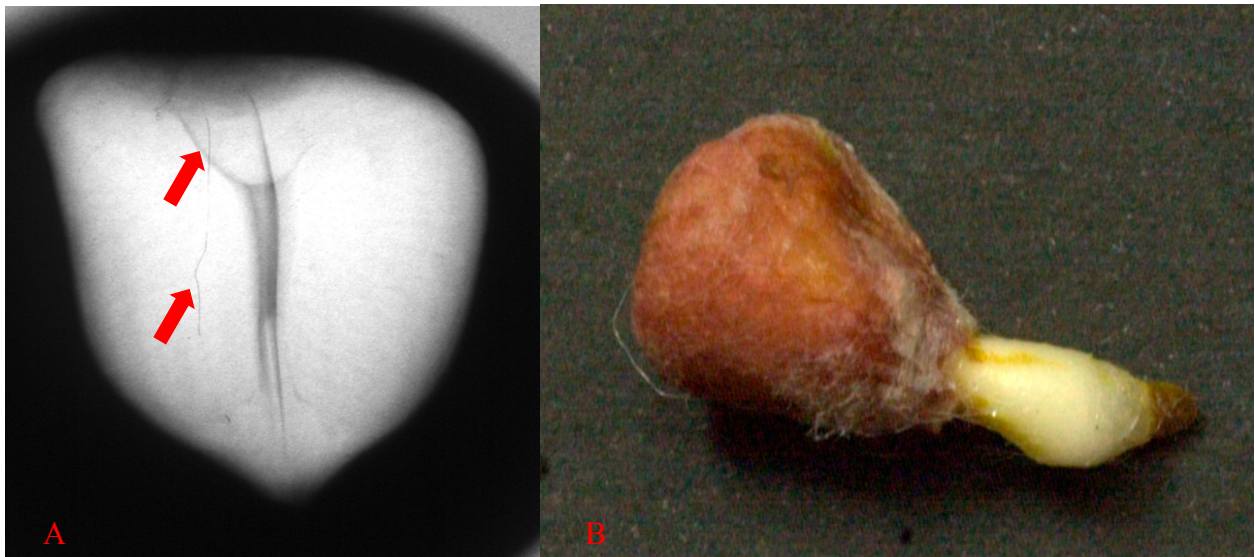


Figura 10. Semente de amendoim do cultivar IAC 886 sem nenhum tratamento químico, armazenada por 90 dias (A), apresentando injúria mecânica não severa na região superior dos cotilédones (nota 2.1), dando origem a uma plântula anormal (B)

A eficiência do teste de raios X na avaliação da ocorrência de injúrias, constatada nesta pesquisa também foi evidenciada por outros pesquisadores na avaliação de injurias mecânicas em sementes de milho (CICERO et al., 1998; CICERO e BANZATTO JUNIOR, 2003), milho doce (GOMES JUNIOR 2009) e soja (FLOR et al., 2004; PINTO et al., 2009), indicando que pode se constituir numa importante avaliação nos programas de controle de qualidade de sementes.

Com relação a utilização do teste de raios X na avaliação da ocorrência de manchas escuras, observa-se na Tabela 14 que os percentuais de sementes apresentando tecidos deteriorados, conforme se observa nas colunas correspondentes às notas (1.2), (2.1), (2.2), (1.3), (3.1), foi abaixo de 5%, dentro de cada tratamento em cada período de armazenamento e que estas evidências apresentaram relação com a ocorrência de plântulas anormais e de sementes

mortas. Com relação à coluna correspondente à nota (1.1), ou seja, ausência de injúrias, os tratamentos em que o fungicida não foi aplicado resultaram em altas percentagens de plântulas anormais e de sementes mortas, indicando que a baixa percentagem de germinação não se relacionou exclusivamente com a ocorrência das manchas. Possivelmente essa baixa germinação seja devido à ação dos fungos por ocasião da germinação, quando estão presentes condições favoráveis de água e temperatura para a sua manifestação. É importante destacar que na pesquisa, as sementes foram armazenadas em baixo teor de água (5%) e em temperatura de 20 °C, condições que são desfavoráveis à ação de fungos durante o armazenamento (PINTO, 1996).

Tabela 14 – Percentagem de sementes de amendoim, cultivar IAC 886, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de tecidos deteriorados (manchas escurecidas) e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³						
		(1.1)	(1.2)	(3.1)	(2.1)	(2.2)	(1.3)	
0	T	PN	32	-	-	-	-	-
		PA	27	-	1	-	-	-
		SM	30	-	1	1	-	-
	F	PN	63	-	-	-	-	-
		PA	14	1	-	1	-	-
		SM	8	-	1	1	-	-
	FI	PN	69	-	-	-	-	-
		PA	16	1	3	-	-	-
		SM	0	-	-	-	-	-
	I	PN	32	-	-	-	-	-
		PA	35	-	2	1	-	-
		SM	14	-	1	-	-	-
15	T	PN	36	-	-	-	-	-
		PA	37	1	-	-	-	-
		SM	13	1	1	-	-	-
	F	PN	72	-	-	-	-	-
		PA	11	2	-	1	-	-
		SM	2	-	1	-	-	-
	FI	PN	71	-	-	-	-	-
		PA	16	1	1	1	-	-
		SM	0	-	-	-	-	-
	I	PN	40	-	-	-	-	-
		PA	30	-	1	1	-	-
		SM	22	-	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 14 – Percentagem de sementes de amendoim, cultivar IAC 886, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de tecidos deteriorados (manchas escurecidas) e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³					
			(1.1)	(1.2)	(3.1)	(2.1)	(2.2)	(1.3)
30	T	PN	25	-	-	-	-	-
		PA	32	-	-	1	-	-
		SM	24	-	1	-	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-
		PA	12	3	-	-	-	-
		SM	2	-	-	-	-	-
	FI	PN	70	-	-	-	-	-
		PA	8	-	-	-	-	-
		SM	8	-	1	-	-	-
	I	PN	37	-	-	-	-	-
		PA	28	1	-	1	-	-
		SM	17	-	1	-	-	-
45	T	PN	40	-	-	-	-	-
		PA	26	1	-	1	-	-
		SM	19	-	1	-	-	-
	F	PN	57	-	-	-	-	-
		PA	9	1	-	-	-	-
		SM	13	1	1	1	-	-
	FI	PN	67	-	-	-	-	-
		PA	15	-	-	-	-	-
		SM	6	1	-	-	-	-
	I	PN	34	-	-	-	-	-
		PA	28	1	1	-	-	-
		SM	17	-	1	-	-	1

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem respectivamente a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 14 – Percentagem de sementes de amendoim, cultivar IAC 886, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de tecidos deteriorados (manchas escurecidas) e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (conclusão)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³					
			(1.1)	(1.2)	(3.1)	(2.1)	(2.2)	(1.3)
60	T	PN	34	-	-	-	-	-
		PA	31	-	-	-	-	-
		SM	19	1	-	-	-	-
	F	PN	49	-	-	-	-	-
		PA	30	1	-	-	-	-
		SM	9	-	-	1	-	-
	FI	PN	44	-	-	-	-	-
		PA	38	-	-	1	1	-
		SM	4	-	-	-	-	-
	I	PN	29	-	-	-	-	-
		PA	35	-	1	-	-	1
		SM	25	-	1	-	-	-
90	T	PN	27	-	-	-	-	-
		PA	18	-	-	-	-	-
		SM	35	1	1	-	-	-
	F	PN	41	-	-	-	-	-
		PA	21	-	-	-	-	-
		SM	23	-	-	1	-	-
	FI	PN	40	-	-	-	-	-
		PA	30	-	1	-	-	-
		SM	13	-	-	1	-	-
	I	PN	34	-	-	-	-	-
		PA	22	-	1	-	-	-
		SM	31	-	-	1	-	-
180	T	PN	12	-	-	-	-	-
		PA	35	-	-	1	-	-
		SM	39	-	3	-	-	-
	F	PN	32	-	-	-	-	-
		PA	26	1	-	-	-	-
		SM	28	-	1	1	-	-
	FI	PN	36	-	-	-	-	-
		PA	22	-	1	-	-	-
		SM	25	-	1	2	-	-
	I	PN	15	-	-	-	-	-
		PA	46	1	1	-	-	-
		SM	24	1	-	1	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem respectivamente a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

A eficiência do teste de raios X na identificação de tecidos deteriorados possivelmente associadas com a presença de fungos é exemplificada na Figura 11A, onde observa-se uma semente sem tratamento químico e com a presença de tecidos deteriorados na região superior dos cotilédones (delimitados pelo círculo), dando origem a uma plântula anormal (Figura 11B) com intensa profusão micelial [nota (2.1)]. Em outro exemplo, apresentado na Figura 12A, observa-se a presença de tecidos deteriorados na região próxima ao eixo embrionário [nota (3.1)], porém, como a semente havia sido tratada com fungicida, a plântula anormal (Figura 12B) resultante apresentou baixa infestação por fungos.

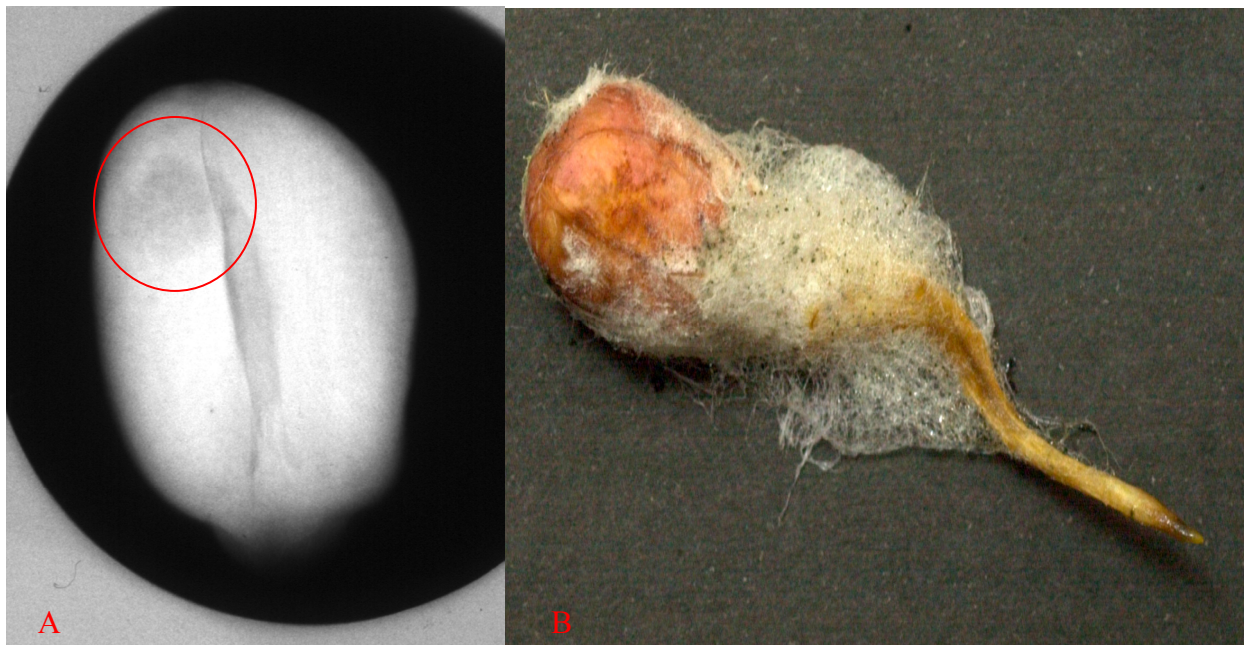


Figura 11 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar IAC 886, sem tratamento químico e armazenada por 30 dias (A), caracterizada como apresentando injúria não severa por tecidos deteriorados nos cotilédones e ausência de injúrias na região do eixo embrionário [nota (2.1)], originando plântula normal (B)

De maneira semelhante ao apresentado na Figura 12, a plântula anormal apresentada na Figura 13B pode ter sido resultado da presença severa de tecidos deteriorados na região superior dos cotilédones (Figura 13A) [nota (3.1)]. Porém, como a semente havia sido tratada com fungicida, não foi observado o desenvolvimento de estruturas de fungos na plântula anormal resultante.

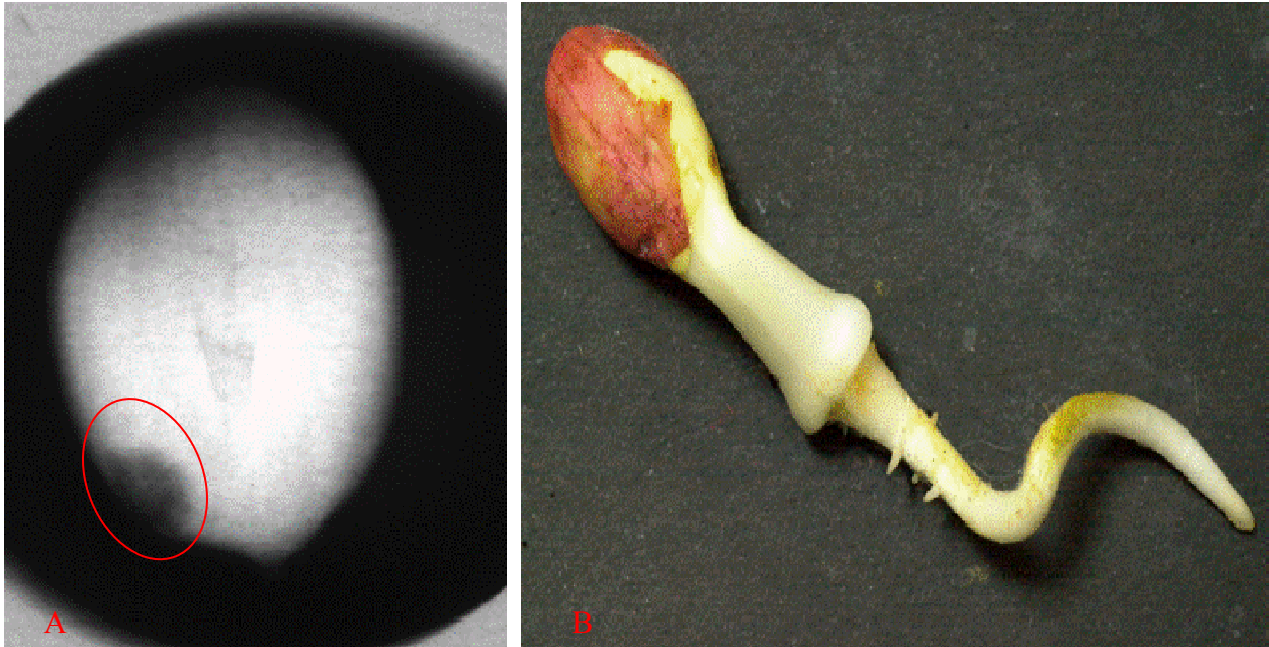


Figura 12 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar IAC 886, tratada com fungicida e armazenada por 60 dias (A), caracterizada como apresentando injúria severa por tecidos deteriorados nos cotilédones e ausência de injúrias na região do eixo embrionário [nota (3.1)], originando plântula anormal (B)

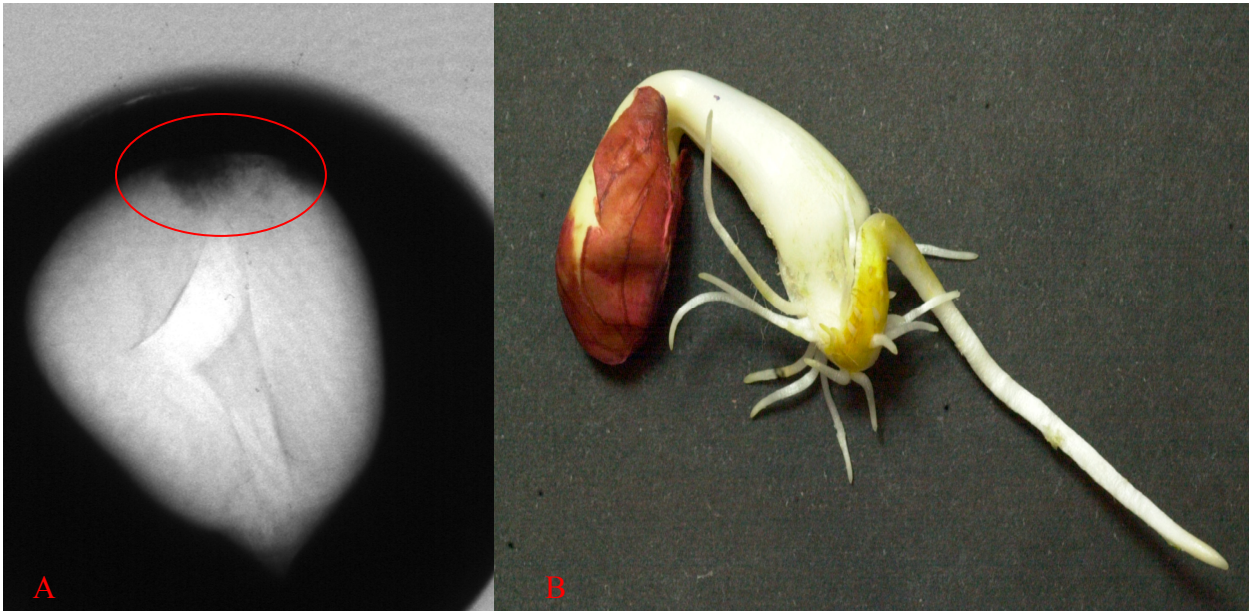


Figura 13 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar IAC 886, tratada com fungicida e armazenada por 180 dias (A), caracterizada como apresentando injúria severa por tecidos deteriorados na região superior dos cotilédones e ausência de injúrias na região do eixo embrionário [nota (3.1)], originando plântula anormal (B)

Na Tabela 15, nas colunas correspondentes às notas 1.2(1.2), 1.3(1.3), 2.1(2.1), 2.1(2.2), 2.1(12), 2.2(2.1), 2.2(2.2) e 3.3(3.3) são apresentados os percentuais de sementes com injúrias mecânicas e que também apresentavam manchas escuras associadas com tecidos deteriorados e que resultaram em plântulas anormais ou em sementes mortas. Observa-se que os percentuais foram no máximo de 14%, dentro de cada tratamento em cada período de armazenamento. Dessa forma, como verificado nas Tabelas 13 e 14, não se pode relacionar os baixos índices de germinação observados, com a ocorrência de injurias mecânicas associadas a tecidos deteriorados. Contudo, verifica-se a eficiência do teste de raios X em detectar estes danos, conforme exemplificado na Figura 14A, onde se observa a imagem radiográfica de uma semente com injúrias mecânicas na região superior dos cotilédones (indicado pelas setas), associado a presença severa de tecidos deteriorados, indicado pelo círculo [nota 2.1(3.1)], resultando em uma plântula anormal (Figura 14B), sem a presença de fungos, uma vez que a semente havia sido tratada com fungicida+inseticida.

Tabela 15 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar IAC 886, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na associação da presença ou ausência de injúrias mecânicas e de tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³									
		1.1(1.1)	1.2(1.2)	1.3(1.3)	2.1(2.1)	2.1(2.2)	2.1(1.2)	2.2(2.1)	2.2(2.2)	3.3(3.3)	
0	T	PN	32	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	27	-	-	1	1	-	-	-	-
		SM	30	-	-	1	-	-	-	-	1
	F	PN	63	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	14	1	-	-	-	-	1	1	-
		SM	8	-	-	2	-	-	-	-	-
	FI	PN	69	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	16	2	-	4	1	-	-	-	-
		SM	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	I	PN	32	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	35	-	-	2	-	-	-	-	-
		SM	14	2	-	2	-	-	1	1	-
15	T	PN	36	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	37	1	-	1	-	-	-	-	-
		SM	13	1	-	1	-	-	-	1	-
	F	PN	72	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	11	-	-	1	-	-	-	2	-
		SM	2	-	-	1	-	-	-	1	-
	FI	PN	71	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	16	-	-	2	-	-	-	1	-
		SM	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	I	PN	40	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	30	-	-	2	-	-	-	-	-
		SM	22	-	-	1	-	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados. Nos conjuntos numéricos, o primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 15 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na associação da presença ou ausência de injúrias mecânicas e de tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³								
		1.1(1.1)	1.2(1.2)	1.3(1.3)	2.1(2.1)	2.1(2.2)	2.1(1.2)	2.2(2.1)	2.2(2.2)	3.3(3.3)
30	PN	25	-	-	-	-	-	-	-	-
	T PA	32	1	-	5	-	-	-	-	-
	SM	24	1	-	4	-	-	-	1	-
	PN	75	-	-	-	-	-	-	-	-
	F PA	12	-	-	1	-	-	-	-	-
	SM	2	-	-	2	-	1	-	1	-
	PN	70	-	-	-	-	-	-	-	-
	FI PA	8	-	-	1	-	-	-	-	-
	SM	8	-	-	2	-	-	-	1	-
	PN	37	-	-	-	-	-	-	-	-
	I PA	28	-	1	5	-	-	-	-	-
	SM	17	-	-	3	-	-	-	-	-
	PN	40	-	-	-	-	-	-	-	-
	T PA	26	1	-	3	-	-	1	1	-
	SM	19	1	-	2	-	-	-	-	-
45	PN	57	-	-	-	-	-	-	-	-
	F PA	9	2	-	4	-	-	-	-	-
	SM	13	1	-	6	-	-	-	2	-
	PN	67	-	-	-	-	-	-	-	-
	FI PA	15	-	-	4	-	-	-	1	-
	SM	6	-	-	2	-	-	-	-	-
	PN	34	-	-	-	-	-	-	-	-
	I PA	28	1	-	7	-	-	-	-	-
	SM	17	-	-	4	-	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados. Nos conjuntos numéricos, o primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 15 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na associação da presença ou ausência de injúrias mecânicas e de tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (conclusão)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³									
			1.1(1.1)	1.2(1.2)	1.3(2.3)	2.1(2.1)	2.1(2.2)	2.1(1.2)	2.2(2.1)	2.2(2.2)	3.3(3.3)	
60	T	PN	34	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	31	1	-	6	-	-	-	1	-	
		SM	19	1	-	2	-	-	-	-	-	
	F	PN	49	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	30	-	-	3	-	-	-	-	-	
		SM	9	-	1	1	-	-	-	-	-	
	FI	PN	44	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	38	1	-	2	-	-	-	-	-	
		SM	4	1	-	2	-	-	-	1	1	
	I	PN	29	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	35	-	-	4	-	-	-	-	-	
		SM	25	-	1	1	-	-	-	-	-	
	90	T	PN	27	-	-	-	-	-	-	-	-
			PA	18	1	-	7	-	-	-	-	-
			SM	35	2	-	3	-	-	-	1	-
F		PN	41	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	21	2	-	1	1	-	-	2	-	
		SM	23	-	-	1	-	-	-	-	-	
FI		PN	40	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	30	-	-	3	-	-	1	-	-	
		SM	13	-	-	2	-	1	-	1	-	
I		PN	34	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	22	-	-	1	-	-	-	-	-	
		SM	31	1	-	3	-	-	-	1	-	
180		T	PN	12	-	-	-	-	-	-	-	-
			PA	35	2	-	2	-	-	1	-	-
			SM	39	-	-	1	-	-	-	-	-
	F	PN	32	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	26	-	-	2	-	-	-	-	-	
		SM	28	1	-	2	-	-	1	1	1	
	FI	PN	36	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	22	-	-	3	-	-	-	1	-	
		SM	25	-	-	2	-	1	-	1	-	
	I	PN	15	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	46	-	-	2	-	-	-	-	-	
		SM	24	1	-	3	-	-	-	-	1	

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados. Nos conjuntos numéricos, o primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem respectivamente a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

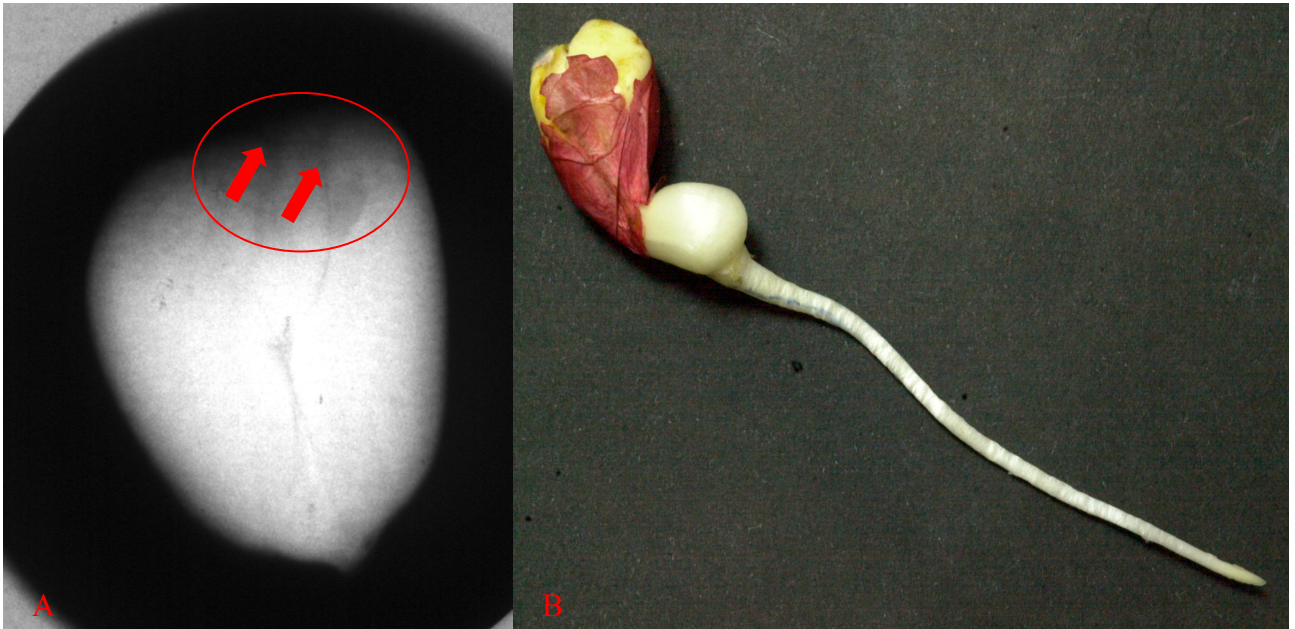


Figura 14 – Imagem radiográfica de semente de amendoim, cultivar IAC 886, tratada com fungicida+inseticida e armazenada por 45 dias (A), caracterizada como apresentando injúria mecânica associada a injúria por tecidos deteriorados na região dos cotilédones [nota 2.1(3.1)*], originando plântula anormal (B)

* Considerando-se os dois conjuntos de números, aquele que não está entre parêntesis se refere à ocorrência de injúrias mecânicas, o outro se refere a injúrias relacionadas a tecidos deteriorados

Com base nas imagens exemplificadas nesta pesquisa foi possível elucidar aspectos importantes com relação à baixa qualidade fisiológica das sementes de amendoim. Embora a porcentagem de sementes com injúrias mecânicas tenha sido baixa, o teste de raios X possibilitou evidenciar a alta sensibilidade das sementes às injúrias mecânicas, visto que sempre que as injúrias foram observadas, independentemente de serem de baixa ou de alta severidade ou se a semente ficou pouco ou muito tempo armazenada ou se foi tratada ou não com o fungicida, o resultado foi o desenvolvimento de plântula anormal ou de morte do embrião. De maneira semelhante, os prejuízos à germinação sempre ocorreram quando as imagens radiográficas das sementes evidenciaram os sinais de tecidos deteriorados, independentemente da sua extensão e localização e se a semente havia sido submetida ou não ao tratamento químico.

A Tabela 16 refere-se à soma dos percentuais de ocorrência de sementes com injúrias mecânicas, com manchas escurecidas (associadas com tecidos deteriorados) e a associação de

ambos os danos identificados por meio do teste de raios X. Os dados indicam que a ocorrência de plântulas anormais e de sementes mortas apresentou baixa relação com a ocorrência das injúrias. Os dados da Tabela 16 indicam que os percentuais de sementes com injúrias que originaram plântulas anormais ou sementes mortas, não foram maiores do que 23%, nas colunas correspondentes as notas 2.1, 1.2, 2.2, 2.3, 3.1, 1.3 e 3.3, dentro de cada tratamento em cada período de armazenamento. Da mesma forma, como observado nas Tabelas 13, 14 e 15, nos tratamentos em que não foi aplicado o fungicida, na coluna correspondente à nota 1.1 (Tabela 16), observa-se altas percentagens de plântulas anormais e de sementes mortas; assim, o fator determinante para os baixos valores de germinação não pode ser atribuído exclusivamente, a ocorrência de injúrias mecânicas, de tecidos deteriorados ou a associação entre ambos, como também; devido à ação dos fungos por ocasião da germinação, quando encontram condições favoráveis de água e temperatura. Também, há que se considerar o efeito latente das injúrias mecânicas, não identificadas pelo teste de raios X, bem como, a baixa qualidade fisiológica das sementes. Isso pode ser confirmado observando-se que na coluna correspondente à nota 1.1 dentro de cada período de armazenamento, os menores percentuais de plântulas anormais e de sementes mortas correspondem ao tratamento em que foi aplicado o fungicida em comparação aos tratamentos testemunha e a aplicação de inseticida.

Tabela 16 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas, na presença ou ausência de tecidos deteriorados e na associação de injúrias mecânicas com tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³							
			1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	1.3	3.3
0	T	PN	32	-	-	-	-	-	-	-
		PA	27	3	-	1	-	1	-	-
		SM	30	4	-	-	-	1	-	1
	F	PN	63	-	-	-	-	-	-	-
		PA	14	3	1	2	-	1	1	1
		SM	8	2	-	1	-	1	2	-
	FI	PN	69	-	-	-	-	-	-	-
		PA	16	7	5	1	-	3	-	-
		SM	0	-	-	-	-	-	-	-
	I	PN	32	-	-	-	-	-	-	-
		PA	35	6	1	-	-	2	-	-
		SM	14	6	2	-	1	1	-	-
15	T	PN	36	-	-	-	-	-	-	-
		PA	37	4	2	-	-	-	-	-
		SM	13	4	2	-	2	-	-	-
	F	PN	72	-	-	-	-	-	-	-
		PA	11	4	1	2	-	-	-	-
		SM	2	3	3	1	-	1	-	-
	FI	PN	71	-	-	-	-	-	-	-
		PA	16	6	4	1	2	1	-	-
		SM	0	-	-	-	-	-	-	-
	I	PN	40	-	-	-	-	-	-	-
		PA	30	5	-	-	-	1	-	-
		SM	22	2	-	-	-	-	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ).

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam.

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa.

Tabela 16 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas, na presença ou ausência de tecidos deteriorados e na associação de injúrias mecânicas com tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (continua)

DATQ ¹	TQ ²		Nota ³								
			1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	1.3	3.3	
30	T	PN	33	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	10	7	1	-	-	1	2	-	-
		SM	34	8	1	2	-	1	-	-	-
	F	PN	75	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	12	2	1	1	-	-	-	-	-
		SM	2	5	-	1	-	1	-	-	-
	FI	PN	70	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	8	4	1	1	-	-	-	-	-
		SM	8	5	2	-	-	1	-	-	-
	I	PN	37	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	28	8	1	-	-	-	1	-	-
		SM	17	7	-	-	-	1	-	-	-
45	T	PN	40	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	26	5	2	2	-	-	-	-	-
		SM	19	2	2	1	-	1	-	-	-
	F	PN	57	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	9	5	3	-	-	-	-	-	-
		SM	13	8	2	2	-	1	-	-	-
	FI	PN	67	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	15	6	-	-	-	-	-	-	-
		SM	6	4	1	1	-	-	-	-	-
	I	PN	34	-	-	-	-	-	-	-	-
		PA	28	9	3	-	-	1	-	-	-
		SM	17	6	-	-	-	1	1	-	-

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

Tabela 16 - Percentagem de sementes de amendoim, cultivar Tatu ST, avaliadas por meio do teste de raios X que receberam notas baseadas na presença ou ausência de injúrias mecânicas, na presença ou ausência de tecidos deteriorados e na associação de injúrias mecânicas com tecidos deteriorados e que originaram plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM) na primeira contagem do teste de germinação (conclusão)

DATQ ¹	TQ ²	Nota ³									
		1.1	2.1	1.2	2.2	2.3	3.1	1.3	3.3		
60	T	PN	34	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	31	8	1	1	-	-	-	-	
		SM	19	3	2	-	-	-	-	-	
	F	PN	49	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	30	5	1	-	-	-	-	-	
		SM	9	3	1	-	1	-	1	-	
	FI	PN	44	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	38	4	1	1	-	-	-	-	
		SM	4	4	1	1	-	1	-	1	
	I	PN	29	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	35	5	-	-	-	1	1	-	
		SM	25	3	-	-	1	-	-	-	
	90	T	PN	27	-	-	-	-	-	-	-
			PA	18	9	1	1	-	-	-	-
			SM	35	4	2	1	-	2	-	-
F		PN	41	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	21	6	2	-	-	-	-	-	
		SM	23	4	-	1	-	1	-	1	
FI		PN	40	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	30	6	-	1	-	1	-	-	
		SM	13	5	1	2	-	1	-	-	
I		PN	34	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	22	3	-	1	-	1	-	-	
		SM	31	5	2	-	-	-	-	1	
180		T	PN	12	-	-	-	-	-	-	-
			PA	35	6	2	1	-	-	-	-
			SM	39	2	-	1	-	2	-	-
	F	PN	32	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	26	4	1	-	-	-	-	1	
		SM	28	4	1	2	-	1	-	-	
	FI	PN	36	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	22	6	-	1	-	1	-	-	
		SM	25	6	1	2	-	1	-	-	
	I	PN	15	-	-	-	-	-	-	-	
		PA	46	4	1	-	-	1	-	-	
		SM	24	6	2	-	-	-	-	1	

¹Dias Após o Tratamento Químico (DATQ)

²T= Testemunha; F= Fludioxonil+metalaxyl; FI= Fludioxonil+metalaxyl + Tiametoxam; I= Tiametoxam

³O primeiro número se refere aos cotilédones e o segundo ao eixo embrionário. As notações 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, a ausência de injúria, injúria não severa e injúria severa

2.3.3 Considerações gerais

O tratamento químico das sementes de amendoim com fungicida demonstrou ser um procedimento indispensável para o eficiente controle de fungos nas sementes armazenadas, contribuindo para a preservação da sua qualidade fisiológica. Os benefícios do tratamento químico foram observados em todos os períodos de armazenamento, porém, a partir de 60 dias após o tratamento químico, tanto para o cultivar Tatu ST quanto para o cultivar IAC 886, mesmo que os tratamentos com a aplicação do fungicida tenham sido superiores aos demais, os resultados de germinação e de vigor das sementes apresentaram reduções significativas. Além disso, ficou evidenciada a possibilidade dos efeitos fitotóxicos do inseticida quer seja aplicado isoladamente ou em conjunto com o fungicida sobre a qualidade fisiológica das sementes, visto que os resultados dos testes germinação, de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo indicaram reduções significativas principalmente a partir de 60 dias após o tratamento químico.

Os testes de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo possibilitaram identificar diferenças no vigor das sementes submetidas ou não ao tratamento com fungicida. Esses resultados apresentaram relação com os percentuais de incidência de fungos nas sementes, visto que, quando as sementes foram tratadas com fungicida ou fungicida+inseticida ocorreram, de maneira geral, menores percentuais de incidência de fungos e mais alto vigor em relação ao tratamento exclusivo com inseticida e a testemunha. Essa relação também pode ser estabelecida com base nos resultados da análise computadorizada de plântulas, utilizada na avaliação do vigor das sementes do cultivar IAC 886, possibilitando separar os tratamentos fungicida e fungicida+inseticida dos tratamentos testemunha e inseticida, de maneira semelhante aos testes de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo. Assim, o programa computacional mostrou-se como uma alternativa vantajosa para a avaliação do vigor de sementes de amendoim, por ser um método rápido, preciso e de fácil execução.

A utilização do teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de amendoim permitiu identificar a ocorrência de injúrias mecânicas e de tecidos deteriorados nas sementes. Assim, foi possível estabelecer as relações entre a ocorrência dessas injúrias e os prejuízos à germinação. A importância deste teste também foi decisiva para esclarecer que a causa da baixa

qualidade fisiológica das sementes de amendoim não estava relacionada exclusivamente com a ocorrência de injúrias mecânicas ou tecidos deteriorados (caracterizados por manchas escuras na imagem radiográfica).

3 CONCLUSÕES

O tratamento das sementes de amendoim com fungicida ou fungicida+inseticida propicia eficiente controle de fungos e preservação da qualidade fisiológica até 60 dias de armazenamento (20 °C, 50% UR do ar).

A análise computadorizada de plântulas apresenta eficiência equivalente aos testes de envelhecimento acelerado e de emergência de plântulas em campo na identificação de diferenças de vigor entre tratamentos com ausência ou presença de fungicida e de fungicida associado às sementes de amendoim.

O teste de raios X é eficiente na identificação de injúrias mecânicas e lesões associadas com tecidos deteriorados, permitindo estabelecer relações entre sua ocorrência e os prejuízos causados à germinação.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, H.M.; USBERTI, R. Detecção de fungos em sementes de amendoim (*Arachis Hypogea* L.) armazenadas com e sem fungicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3, Campinas. **resumos...**Brasília:Associação Brasileira de Sementes, 1983. 80 p.
- ANGELINI, A.C.; MARTINS, L. **Avaliação de diversas formulações disponíveis para a proteção do tegumento e aplicação de corante em sementes de amendoim.** Campinas: D. S. M. M./CATI, 1986. 5p. (Informações Técnicas do Serviço de Controle de Qualidade).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook.** Lincoln, 1983. 93p.
- BACKMAN, P.A.; HAMMOND, J.M. Germination losses associated with delayed application of seed treatment fungicides after peanut shelling. **Plant Disease Reporter**, Roma, n. 60, p. 1-2, 1976.
- BARROS, R.G.;BARRIGOSI, J.A.F.; COSTA, J.L.S. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, Campinas, v.64, n. 3, p.459-465, 2005
- BASKIN, C.C.; DELOUCHE, J.C. Effects of mechanical shelling on storability of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Geneva, v.61, p.78- 84, 1971.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BITTENCOURT, S.R.M.; FERNANDEZ, M.A.; RIBEIRO, M.C.; VIEIRA, R.D. Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas sistêmicos. **Revista Brasileira de Sementes.** Londrina, v. 22, n. 2, p.86-93, 2000.
- BITTENCOURT, S.R.M; MENTEN, J.O.M.; ARAKI, C.A.S; MORAES, M.H.D.; RUGAI, A.D.; DIEGUEZ, M.J.; VIEIRA, R.D. Eficiência do fungicida carboxin + thiram no tratamento de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, vol. 29, nº 2, p.214-222, 2007.
- CARVALHO, N.M.;NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 3rd .ed.Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- CICERO, S.M.; HEIJDEN, G.W.A.M.; BURG, W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damage in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Wallingford, v.26, p.603-612, 1998.

CICERO, S.M.; BANZATTO, H.L. Avaliação do relacionamento entre danos mecânicos e vigor, em Sementes de milho, por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v. 25, n.1, p. 29-36, 2003.

CROCOMO, W.B.; GUASSÚ, C.M.O.; NAKAGAWA, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de algodão, amendoim e feijão tratadas com inseticidas sistêmicos. **Cintifica**, São Paulo, v. 17, n.1, p. 157-167, 1989.

DELOUCHE, J.C. Observaciones sobre deterioracion de semillas. **Semillas**, Ciudad del Mecico. v. 1, n.1, p. 8-11, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: www.embrapa.gov.br. Acesso em: mar.2010.

FLOR, E. P.O.; CICERO, S.M.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Avaliação de danos mecânicos em soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 68-76, 2004.

GELMOND, H.G. Growth and development of the peanut plant (*Arachis hypogea*) in relation to seedling evaluation in the germination test. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Vallebekk, v. 1, n. 36, p. 121-131, 1971.

GOMES JUNIOR, F.G. **Injúrias mecânicas em sementes de milho doce**. 2009. 129p. Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

GOMES JUNIOR, F.G.; MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; McDONALD, M.B.; BENNETT, M.A. Evaluation of priming effects on sweet corn seeds by *SVIS*. **Seed Technology**, Lansing, v. 31, n. 1, p. 95-100, 2009.

GOMES JUNIOR, F.G.; CHAMMA, H.M.C.P. Eficiência de um sistema computadorizado de processamento de imagens para avaliação do vigor de sementes de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p. 685-688.

GOTARDO, M.; BITTENCOURT, S.R.M.; PEREIRA, L M.A.; VIEIRA, R.D.; GOTARDO JUNIOR J.R. Qualidade fisiológica de milho tratadas com diferentes inseticidas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 158, n. 278, p. 511-516, 2001.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Conduitivity test. **Handbook of vigour test methods**. 3rd .ed. Zürich: ISTA, 1995. p.22-34.

HOFFMASTER, A. L.; FUJIMURA, K.; McDONALD, M. B.; BENETT, M. A. An automated system for vigour testing three-day-old soybean seedling. **Seed science and technology**, Zurich, n.1, v.33, p.701-713.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em mar.2010.

ISTA. International Seed Testing Association. Seed Vigour. International rules for seed testing. Zürich, 2003. cap. 15. 274-280.

KRZYZANOWSKI, F. C.; MIRANDA, Z.F.S. Relatório do comitê de vigor da ABRATES. **Informativo ABRATES**, v. 1, n.1, p. 7-25, 1990.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.1, n.2, p.15-53, 1991.

LAGO, A.A.; TOLEDO, F.F. Tratamento de sementes de amendoim com inseticidas sistêmicos combinados a fungicida. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., 1968. Pelotas, **Anais...** Rio de Janeiro, 1970. p. 193-198.

LAGO, A.A.; ORTOLANI, D.B.; ZINK, E.; FERNANDES, C.O. Efeitos de diversos tratamentos fungicidas na longevidade de sementes de amendoim. **Semente**, Brasília, v. 2, n.2, p.26-31, 1976.

LEON, G.G., Utilização de filmes radiográfico, pancromático e infravermelho na avaliação de danos em sementes. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.16, p.303-318, 1986.

LIU, Y.; BURG, W.J.van der; AARTSE, J.W.; ZWOL, R.A.van; 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, 1993.

LOEFFLER, T.M. **The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality**. 1981. 181 p. Thesis (Master of Science) - University of Kentucky, Lexington, 1981.

LUCA FILHO, O.A. Metodologia dos testes de sanidade em sementes. In: SOAVE, J.; WETZEL, M. M. V. S.(Ed.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 276-298.

MACHADO, J.C. Introdução à patologia de sementes. In: SOAVE, J; WETZEL, M.M.V.S.(Ed.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 3-17.

MAEDA, J.A.; LAGO, A.A.; GERIN, M.A.N. Tratamentos com fungicidas no comportamento de sementes de amendoim. **Bragantia**, Campinas, v.1, n. 54, p.103-111, 1995.

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

MARCOS FILHO, J.; BENNETT, M.A.; EVANS, A.S.; GRASSBAUGH, E.M. Assessment of melon seed vigour by an automated computer imaging system compared to traditional procedures. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 34, n. 2, p. 507-519, 2006.

- MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.
- MARCOS FILHO, J.; BENETT, M.A.; McDONALD, M.B.; EVANS, A.F.; GRASSBAUGH, E. M. Assessment of melon seed vigour by an automated computer imaging system compared to traditional procedures. **Seed science and technology**, Zürich, v. 1, n. 34, p. 485-497, 2006.
- MARCHI, J.L.; CICERO, S.M. Influence of chemical treatment of maize seeds with different levels of mechanical damage on electrical conductivity values. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 31, n. 1, p. 481 – 486, 2003.
- MARIOTTO, P.R. Tratamento de sementes de amendoim. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1986. Campinas. **Resumos...** Campinas:Fundação Cargill,1986. p. 117-118.
- MCCORMACK, A.C.; KEEFE, P.D. Cauliflower seed vigour: imbibition effects. **Journal of Experimental Botany**, Oxford,v. 1, n. 41, p. 893-899, 1990.
- MENTEN, J.O.M. Importancia do tratamento de sementes. In: MENTEN, J.O.M., (Ed.). Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1991. Piracicaba. **Anais.....** Piracicaba: FEALQ, 1991. p. 203-224.
- MENTEN, J.O.M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: MENTEN, J.O.M. (Ed.) **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. p..203-224.
- MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 9-18, 2005.
- MORAES, S.A. Teste de sanidade de sementes de amendoim. In: SOAVE, J; WETZEL, M. M. V. S.(Ed.). **Patologia de Sementes**. Campinas:Fundação Cargill, 1987. p. 347-357.
- MORAES, S.A.; MARIOTTO, P.R. Diagnóstico da patologia de sementes no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.7, p.41-43, 1985.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 48-85.
- OTONI, R.R.; MCDONALD, M.B.; TAY, D. The use of X-Rays for seed vigor classification of cotton seeds. **Seed Technology**, 2008 (submetido).

Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação.< <https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: mar. 2010.

PANDEY, S.; SINGH, D.K. Soil dehydrogenase, phosphomonoesterase and arginine deaminase activities in an insecticide treated groundnut (*Arachis hypogaea* L.) . **Chemosphere**, Amsterdam, v. 63, n.1, p. 869-880, 2006.

PINTO, N.F.J.A. Controle de patógenos em grãos de milho armazenados. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 77-78, 1996.

PINTO, T.L.F.; CICERO, S.M.; FRANÇA NETO, J.B.; FORTI, V.A. An assessment of mechanical and stink bug damage in soybean seed using X-ray analysis test. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 37, n. 1, p. 110-120, 2009.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: VENTER, H.A. van de (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995. p.73-87.

POWELL, A.A.;MATTHEWS, S. Evaluation of controlled deterioration: a new vigour test for small seeds vegetables. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.2, p.633-640, 1981.

PRETE, C.E.C.; CICERO, S.M. Escolha manual, seleção eletrônica pela cor, tratamento fungicida e qualidade de sementes de amendoim. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 44, p. 37-56, 1987.

RANDALL-SCHADEL, B.L.; BAILEY, J.E.; BEUTE, M.K. Seed transmission of *Cylindrocladium parasiticum* in peanut. **Plant Disease**, Corvallis, v. 85, n. 4. p. 362-370, 2001.

REID, J.; KIM, C.; PAULSEN, M.R. Computer vision sensing of stress cracks in corn kernels. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.34, p.2235-2244, 1991.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**,Piracicaba, v.52, p.123-131, 1995.

ROSSETTO, C.A.V.; ARAÚJO, A.E.S.; LIMA, T.M. Avaliação da aplicação de fungicida às sementes de amendoim antes do envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, p.101-107, 2003.

SADER, R.; CHALITA, C.; TEIXEIRA, L.G. Influencia do tamanho e do beneficiamento na injuria mecânica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 13, n.1, p. 45-51, 1991.

SAKO, Y.; McDONALD, M.B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A.F.; BENETT, M.A. A system for automated seed vigour assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 29, n. 2, p. 625-636, 2001.

SCARPELLINI, J.R.; NAKAMURA, G. Controle do tripses *enneothrips flavens* (moulton, 1941) (thysanoptera: thripidae) e efeito na produtividade do amendoim. **Arquivo do Instituto Biológico de São Paulo**, Cão Paulo, v. 69, n. 3, p. 85-88, 2002.

SEKHARAN, S. **Aged soybean seeds - their physiology and vigor assessment**. 2006. 180p. Tese (Ph.D) - The Ohio State University, Columbus/OH/EUA, 2005.

TEIXEIRA, E.F.; CICERO, S.M. ; DOURADO NETO, D. Noções básicas sobre imagens digitais: captura, processamento e reconhecimento voltados para a pesquisa em tecnologia de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.13, n. 1, p. 59-65, 2003.

TELLA, R.; LAGO, A.A.; ZINK, E. Efeito de diversos níveis de umidade e tratamento fungicida na longevidade de sementes de amendoim. *Bragantia*. Campinas, v. 1, n. 35, p. 335-342, 1976.

TOSELLO, J.; ORTOLANI, D. B.; MASCHIETTO, J. C. Observações sobre a conservação de sementes de amendoim. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 2., 1968. Pelotas. **Anais....** Rio de Janeiro, 1970. p. 333-338.

USBERTI, R. Relações entre teste de envelhecimento acelerado, potencial de armazenamento e tamanho de sementes em lotes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.20, n.1, p. 178-183, 1982.

USBERTI, R. Efeitos da época de aplicação de fungicida, tamanho e origem de sementes na germinação e potencial de armazenamento de amendoim (*Arachis hypogea*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3., 1983. Campinas. **Resumos...** Brasília: Associação Brasileira de Sementes, 1983. p. 189.

USBERTI, R.; AMARAL, H.M. Fungicide dressing timing, seed size, seed origin and fungal incidence effects on groundnut (*Arachis hypogaea* L.) storability **Seed Science and Technology**, Zürich, v.24, n.2, p.699-706, 1999.

VAN DER VOOREN, J.G.; VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M. Measuring the size of french beans with image analysis. **Plant Varieties and Seeds Gazette**, Cambridge, v.6, p.47-53, 1993.

VAN DER VOOREN, J.G.; POLDER, G.; VAN DER HEIJDEN, G.W.A.M. Identification of mushroom cultivars using image analysis. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.35, p.347-350, 1992.

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**, Geneva, v.119, p.256-263, 1994.