



NAYARA ROBERTO GONÇALVES

**QUALIDADE DE SEMENTES DE GIRASSOL NO
BENEFICIAMENTO**

LAVRAS - MG

2012

NAYARA ROBERTO GONÇALVES

QUALIDADE DE SEMENTES DE GIRASSOL NO BENEFICIAMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

LAVRAS – MG

2012

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Gonçalves, Nayara Roberto.

Qualidade de sementes de girassol no beneficiamento / Nayara
Roberto Gonçalves. – Lavras : UFLA, 2012.
66 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.
Orientador: Maria Laene Moreira de Carvalho.
Bibliografia.

1. Dano mecânico. 2. Corante. 3. Raios-X. 4. Tetrázólio. 5.
Helianthus annuus L. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.521

NAYARA ROBERTO GONÇALVES

QUALIDADE DE SEMENTES DE GIRASSOL NO BENEFICIAMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 17 de fevereiro de 2012.

Dra. Marcela Carlota Nery

UFVJM

Dr. João Almir Oliveira

UFLA

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

Orientadora

LAVRAS - MG

2012

A Deus,
Aos meus pais, Luiz e Sônia,
Às minhas irmãs, Natasha e Nathalia.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas graças recebidas e por permitir mais essa conquista.

Aos meus pais, Sônia e Luiz, e as minhas irmãs Natasha e Nathalia, pelo apoio, incentivo e amor incondicional. Vocês são a minha fortaleza.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado.

A empresa de produção de sementes Heliagro do Brasil, pela disponibilidade em fornecer as sementes utilizadas nessa pesquisa. Em especial a Ana Virgínia, pela atenção, carinho e amizade durante as coletas das sementes.

A minha orientadora Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho, pela amizade, incentivo e disponibilidade para dividir todo seu conhecimento.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. João Almir Oliveira, Prof. Dra. Marcela Carlota Nery pelas contribuições para este trabalho.

Aos demais professores e pesquisadores do Laboratório Central de Sementes (LCSEM/UFLA), Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães, Prof. Dra. Édila Vilella Resende Von Pinho, Dra. Sttela Delyzette Veiga Franco da Rosa e Dr. Antônio Rodrigues Vieira, pelos ensinamentos valiosos e amizade.

Aos amigos do laboratório Rodrigo de Góes, Cibele Teixeira, Diego de Sousa, Andréa Oliveira, Claudio Neves, Matheus Bornelli, Valquíria, Renata, Thaís, Giselle Brigante, Jorge Felício e Matheus Freitas, pelo apoio e ajuda na execução deste trabalho. Sem vocês seria mais difícil.

Aos funcionários do LCSEM: Wilder, Walbert, D. Elza, Dalva, Elenir, Ivani, Viviana e Viviane, pela convivência agradável nesses dois anos.

As minhas vizinhas em Lavras, Lisiane Zanella e Isabel Cristina, pela amizade verdadeira e por tantos momentos especiais que passamos juntas.

A todos aqueles que me ajudaram de forma direta ou indireta com ideias, possibilidades, apoio e amizade.

RESUMO

O beneficiamento é de fundamental importância na produção de sementes de culturas, como o girassol, pois possibilita o aprimoramento da qualidade dos lotes. São necessários cuidados como a verificação da qualidade das sementes, durante todas as etapas do processo, de modo a garantir a excelência do procedimento. Para avaliar a qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol durante o beneficiamento realizou-se um ensaio com dois lotes de sementes de girassol do híbrido Hélio-250 produzidos no ano agrícola de 2010. Foram coletadas amostras em dez pontos de amostragem durante o beneficiamento, em tempos regulares no fluxo de sementes, nas operações de recepção, pré-limpeza, classificação por tamanho e densidade. As variáveis analisadas foram: teor de água, pureza física, massa de 1.000 sementes, valor cultural, porcentagem e primeira contagem de germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, sanidade, tetrazólio (vigor e viabilidade). Foram adaptadas três metodologias para avaliação de danos mecânicos nas sementes de girassol durante o fluxo: uso do corante *fast green*, imagens radiográficas e tetrazólio. Nenhuma das operações avaliadas afetou negativamente a qualidade dos lotes. O beneficiamento é eficiente em classificar e melhorar a qualidade física e fisiológica de lotes de sementes de girassol, sendo a classificação por densidade uma etapa essencial nesse processo. O beneficiamento por si só, não altera a qualidade sanitária dos lotes de sementes de girassol do híbrido Hélio-250.

Palavras-chave: Dano mecânico. Corante. Raios-X. Tetrazólio. *Helianthus annuus* L.

ABSTRACT

Processing is very important in seed production of crops such as sunflower, since it allows improving lot quality. Seed quality verification is required during all stages of the process to ensure the excellence of the procedure. A test was carried out with two sunflower seeds lots of the hybrid Hélio-250, produced in 2010, to evaluate the physical, physiological and health quality of sunflower seeds during the processing. We collect samples from ten sampling points during processing, at regular times in the seeds flow, in the operations of reception, pre-cleaning, and sorting by size and density. We analyzed the following variables: moisture content, purity, weight of 1,000 seeds, cultural value, germination percentage, first count of germination, emergence, speed index of emergence, accelerated aging, electrical conductivity, seed health, and tetrazolium (vigor and viability) tests. We adapted three methods to evaluate the mechanical damage in sunflower seeds during processing: fast green dye, radiographic images and tetrazolium test. None of the evaluated operations affected negatively the lots quality. Processing is effective in classifying and improving physical and physiological quality of sunflower seeds lots. Thus, sorting by density is an essential step in this process. The processing itself does not change the health quality of seed lots of hybrid sunflower Hélio-250.

Keywords: Mechanical damage. Dye. X-ray. Tetrazolium. *Helianthus annuus* L.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Desenho esquemático da sequência de Beneficiamento de Sementes de girassol e indicação dos pontos de amostragem (1 a 10) e da classificação por tamanho (G1 e G2)..... 29
- Figura 2 Classificação de sementes de girassol de acordo com danos na análise de imagens radiográficas. Sementes sem danos mecânicos (A), com dano mecânico leve (B), moderado (C) e grave (D e E) 32
- Figura 3 Classificação de sementes de girassol de acordo com má formação na análise de imagens radiográficas. Sementes com má formação leve (A e B) e grave (C, D e E) 33
- Figura 4 Tipos de danos detectados no teste de tetrazólio em sementes de girassol: (A) semente viável e vigorosa (setas contínuas indicam os cotilédones e seta pontilhada indica o eixo embrionário; (B) sementes com danos mecânicos (seta contínua indica dano mecânico no cotilédone e seta pontilhada dano no eixo embrionário); (C e D) sementes mal formadas..... 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Médias do teor de água (TA), pureza, valor cultural (VC) e massa de mil sementes de amostras de sementes de girassol obtidas em 10 diferentes pontos amostrais durante o processo de beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250.....	37
Tabela 2	Valores médios referente a danos mecânicos de intensidades leve, moderado e grave avaliadas com o auxílio de corantes em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250	40
Tabela 3	Valores médios referente a danos mecânicos de intensidades leve, moderado e grave avaliadas com o auxílio de imagens radiográficas em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250.....	42
Tabela 4	Valores médios referente a danos mecânicos de intensidades leve, moderado e grave avaliadas com o auxílio de teste de tetrazólio em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250	44
Tabela 5	Percentual de sementes mal formadas (MF), observadas com o auxílio de imagens radiográficas, subdivididas em danos leves (MF – Leve) e graves (MF – Grave) em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250.....	48
Tabela 6	Médias dos testes de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G%), emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA%), condutividade elétrica (CE), viabilidade (TZ-Via %) e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ-Vig %) provenientes de amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250	50
Tabela 7	Porcentagens de incidência dos fungos <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> e <i>Fusarium sp.</i> em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Importância da cultura	14
2.2	Qualidade de sementes de girassol	16
2.3	Avaliação de danos mecânicos em sementes	18
2.3.1	Corantes	19
2.3.2	Teste de Tetrazólio	22
2.3.3	Imagens Radiográficas	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICES	64

1 INTRODUÇÃO

Diante da crescente busca de novas alternativas energéticas, que venham a reduzir o uso de derivados do petróleo, nos últimos anos, têm sido ampliados estudos direcionados à produção de biodiesel a partir de plantas oleaginosas, a exemplo do girassol. O reflexo disso pode ser notado no crescimento da produção de girassol no Brasil e mais especificamente no estado de Minas Gerais, onde foi registrado, em 2011, um aumento de 34,3% na produção de girassol em relação à safra anterior (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011).

A cultura do girassol tem sido mais uma opção para os produtores, pois pode ser produzida na safrinha, em sucessão ao milho, gerando um maior aproveitamento da área e incrementando a renda dos mesmos. Por ser uma planta que não sofre muita influência das doenças que acometem a cultura do milho, a utilização do girassol na safrinha age quebrando o ciclo de alguns patógenos. Trabalhos de pesquisa têm demonstrado que a soja e o milho semeados após o cultivo do girassol têm os seus rendimentos incrementados em 15 e 25%, respectivamente (BAHIA, 2008).

Esse cenário de crescimento da produção de girassol no Brasil tem uma grande influência no mercado de sementes, onde atualmente a demanda interna é suprida, em sua grande maioria, por empresas estrangeiras, em especial as localizadas na Argentina. Torna-se um desafio para o país aumentar a produção de sementes de alta qualidade, e para isso, além dos cuidados durante a fase de produção, as sementes precisam ser colhidas, beneficiadas e manipuladas de forma adequada para garantir no mínimo o padrão de comercialização.

Após a colheita do girassol, são observadas sementes de variados tamanhos, devido à desuniformidade de maturação das cipselas dentro da inflorescência, além de grande quantidade de material inerte, tornando-se

fundamental a realização do beneficiamento para o aprimoramento da qualidade do lote e para que se atinjam os padrões mínimos de comercialização de sementes.

Entretanto, sabe-se que esta etapa, juntamente com a colheita, são as maiores causadoras de danos mecânicos em sementes e para a cultura do girassol não se tem pesquisa na área de beneficiamento de sementes e como é o comportamento desta durante este processo. Nesse sentido, é de grande importância a identificação dos pontos críticos durante o processo de beneficiamento de sementes de girassol, a fim de favorecer a tomada de decisões visando minimizar os prejuízos à qualidade das sementes.

Diante o exposto, o objetivo foi avaliar a qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol durante o beneficiamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cultura

O girassol (*Helianthus annuus* L.) pertence à família Asteraceae e apresenta na inflorescência frutos complexos, secos, indeiscentes, unilocular, com uma única semente ligada ao pericarpo apenas pelo funículo e proveniente de um ovário ínfero, denominados de cipselas (MARZINEK et al., 2008). É uma importante fonte de óleo e proteína vegetal, sendo cultivado em diversos países do mundo. Sua origem, ainda é controversa, pois alguns autores atribuem sua origem ao Peru, enquanto outros a uma região compreendida entre o norte do México e o Estado de Nebraska, nos Estados Unidos (DALL'AGNOL; VIEIRA; LEITE, 2005).

A produção mundial de girassol na safra 2011/12 foi de aproximadamente 31,1 milhões de toneladas de grãos, 12,3 milhões de toneladas de farelo e 11,4 milhões de toneladas de óleo (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2011). Os maiores países produtores são a Rússia, seguida pela Ucrânia, Argentina e Índia (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2011).

Segundo Dall'Agnol, Vieira e Leite (2005), os primeiros plantios comerciais no Brasil, aconteceram no final da década de 40, na região sul do país. Atualmente, o Brasil ainda apresenta uma participação incipiente na produção mundial, no entanto a cultura encontra-se em expansão. A produção de grãos em 2011 foi de aproximadamente 83 mil toneladas e a área plantada foi de 62 mil ha, o que representou um crescimento de 57% e 79%, respectivamente, desde o ano de 2005 segundo dados do IBGE (2011).

O crescimento da produção tem ocorrido principalmente em virtude do girassol apresentar alto teor de óleo nos grãos; boa qualidade do co-produto

(torta) obtido pelo processo de extração; boa adaptação a diferentes condições edafo-climáticas; opções práticas para semeadura e colheita; além de uma alternativa aos sistemas de rotação ou sucessão de culturas, nas regiões produtoras de grãos (GRUNVALD et al., 2009).

O produto da cultura do girassol de maior importância econômica é o óleo extraído das sementes, que é muito apreciado na culinária devido às suas características nutricionais e organolépticas (aroma e sabor). Ocorreu, nos últimos anos, um crescimento da demanda, mas a produção interna ainda é incipiente, sendo necessária a importação de óleo, principalmente da Argentina (SMIDERLE et al., 2005). O girassol é empregado ainda na alimentação animal, utilizando a torta resultante da extração do óleo como componente da silagem e as sementes na alimentação de pássaros. Além disso, na época da floração da cultura, com a distribuição de colméias de abelhas com a finalidade de aumentar a eficiência da polinização, pode-se produzir de 20 a 40 kg de mel por hectare (FAGUNDES, 2002).

Com a expansão da área há demanda crescente por sementes, no entanto, o Brasil apresenta uma produção ainda incipiente, com 940 toneladas de sementes em 2009, enquanto no maior país produtor, a Rússia, neste mesmo ano, a produção foi de 400 mil toneladas de sementes (FAO, 2011). Apesar dessa produção pouco expressiva de sementes, o Brasil é um país que apresenta potencial para expandir a produção, visto que uma grande parte do território é considerada apta para o cultivo de girassol e a demanda por sementes de qualidade é crescente e vem sendo suprida em sua maior parte pela importação de países vizinhos, como a Argentina.

2.2 Qualidade de sementes de girassol

A semente é um dos principais insumos da agricultura por se tratar da principal forma de propagação da maioria das culturas e por ser veículo de tecnologias desenvolvidas a partir do melhoramento genético. Sementes de alta qualidade são essenciais para o sucesso do estabelecimento das plantas no campo, devendo os fatores que afetam essa qualidade serem controlados. Para tanto, existem diretrizes que balizam a produção e comercialização através do controle da qualidade das sementes, que estabelece padrões mínimos de germinação, pureza física e varietal, bem como sanidade (MARCONDES; MIGLIORANZA; FONSECA, 2005), e esse controle também é fortemente acompanhado dentro das empresas produtoras.

Existem diversos aspectos na produção de sementes de girassol que podem afetar a sua qualidade como a maturação desuniforme dentro da inflorescência (LINDSTRÖM et al., 2006; RONDANINI; SAVIN; HALL, 2007), a alta umidade das sementes no processo de colheita (DIOS, 1988), a dormência das sementes a depender da cultivar (MAEDA et al., 1987), entre outros. Além disso, as sementes após a colheita, em geral, não se encontram em condições adequadas para o armazenamento, comercialização e semeadura, por apresentarem elevado teor de água e grandes quantidades de materiais indesejáveis que precisam ser removidos (BUITRAGO et al., 1991; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A remoção de materiais indesejáveis do lote e a classificação das sementes por tamanho e forma favorecem a semeadura, o desempenho fisiológico e contribui para retardar o envelhecimento das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

O beneficiamento de sementes constitui-se em uma etapa essencial na produção de sementes de alta qualidade, no entanto o mesmo deve ser realizado de forma adequada, pois, caso contrário, todos os esforços anteriores para o

desenvolvimento do material e as técnicas culturais para a produção das sementes podem ser perdidos (FESSEL et al., 2003).

A pré-limpeza é a primeira operação de remoção das impurezas grosseiras e finas da massa de sementes. O equipamento utilizado deve ter recursos suficientes de ar, para a remoção das impurezas leves, e de peneiras, para a separação das impurezas grosseiras e finas, sendo essa operação necessária para melhorar a fluidez da massa de sementes nas máquinas, facilitando o transporte (LEITE; CASTRO; SMIRDELE, 2007).

Várias pesquisas têm constatado que a inclusão da mesa de gravidade (ou mesa densimétrica) na linha de beneficiamento tem sido eficiente no aprimoramento de lotes de sementes de diversas culturas (ALEXANDRE; SILVA, 2001; GADOTTI et al., 2006; MERTZ et al., 2007; NEVES, 2010). Através da propriedade de separar materiais com diferentes pesos específicos, além de melhorar a qualidade física e fisiológica de lotes de sementes, a mesa de gravidade pode proporcionar melhor qualidade sanitária mediante a retirada de sementes infectadas por patógenos, cujo peso específico difere de sementes sadias (GADOTTI et al., 2006).

Por outro lado, durante o beneficiamento, diversas etapas podem ser causas de danos mecânicos as sementes. As injúrias mecânicas apresentam-se como uma das principais causadoras da redução do período de viabilidade de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), por comprometer estruturas essenciais das mesmas, aumentar a susceptibilidade a microrganismos e sensibilidade a agroquímicos, além de reduzir a germinação, o vigor, o potencial de armazenamento e conseqüentemente o desempenho em campo (PAIVA; MEDEIROS FILHO; FRAGA, 2000).

Os pontos de maior incidência de danos são os transportadores de sementes (elevadores), que podem ser helicoidais ou de canecas. Teixeira et al. (2002), avaliando a utilização do transportador helicoidal com carga média e

plena carga em sementes de milho, verificaram que o funcionamento com carga média provoca redução na germinação, maiores porcentagens de danos graves e leves e danos visuais, além de maior tendência de quebra das sementes. Esses danos podem ser agravados em sementes com baixo teor de água e, quanto maior o percurso dentro do transportador, maiores são os danos.

Os fatores genéticos podem influenciar na intensidade e severidade do dano durante a colheita e o beneficiamento, através da composição e do tipo de tegumento das sementes, que podem conferir maiores ou menores tolerâncias. Sementes com tecido de reserva cotiledonar (tecido embrionário), geralmente são mais susceptíveis à injúria mecânica do que aquelas com reserva endospermática (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), danos por quebra ocorrem quando as sementes apresentam teor de água inferior a 12-14% enquanto danos por “amassamento” aumentam em teores de água a partir de 16-18%.

Nery et al. (2009) comentam que espécies cujas sementes apresentam variações quanto a densidade em virtude da desuniformidade de maturação ou muito susceptíveis a danos mecânicos, o conhecimento dos efeitos do beneficiamento no potencial fisiológico dos lotes é fundamental. Este é o caso das sementes de girassol, em que, flores situadas na periferia do capítulo geram cipselas normais, enquanto flores situadas em direção ao centro do capítulo produzem cipselas de menor tamanho, chegando à produção apenas de pericarpo na região central, consideradas como sementes vazias (SOLASI; MUNDSTOCK, 1992).

2.3 Avaliação de danos mecânicos em sementes

As injúrias às sementes são causadas por choques e/ou abrasões das sementes contra superfícies duras ou contra outras sementes, resultando em

sementes quebradas, trincadas, fragmentadas, arranhadas e inteiramente danificadas, que acabam por dificultar as operações de beneficiamento, além de apresentarem menor germinação e vigor (FESSEL et al., 2003).

A manifestação do dano mecânico sobre a qualidade das sementes pode ser através de efeitos imediatos e efeitos latentes. Os danos imediatos são observados logo após a semente ser injuriada, geralmente durante a semeadura mecânica, pois após colheita e beneficiamento as sementes são normalmente armazenadas até o momento da semeadura. Já os danos latentes são observados após o armazenamento das sementes e esse tipo de dano tem conseqüências maiores e mais severas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

As metodologias para identificação de danos nas sementes são ferramentas essenciais dentro do controle de qualidade interno das empresas produtoras e devem ser de rápida execução para que permitam a tomada de decisão de forma eficiente. É interessante que essa metodologia permita uma correlação entre os danos e a qualidade fisiológica das sementes. Como exemplo, pode-se fazer uso de corantes, teste de tetrazólio e imagens radiográficas como ferramenta na identificação de danos em sementes.

2.3.1 Corantes

Os corantes são substâncias que podem ser utilizadas para facilitar a visualização a olho nu de danos em sementes permitindo a separação mais eficiente de sementes danificadas (CARVALHO et al., 1999; OLIVEIRA, 1997). Existem diversos tipos de corantes que podem ser utilizados, podendo-se citar o *amaranth*, o *fast green*, a tintura de iodo, lugol e o cloreto férrico, onde a concentração e eficiência variam entre as espécies.

A utilização de corantes como métodos para a identificação de danos mecânicos em sementes já foi estudada para várias espécies, como milho

(CARVALHO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 1997, 1998; PAIVA; MEDEIROS FILHO; FRAGA, 2000; TEIXEIRA et al., 2002), soja (OLIVEIRA et al., 1999), feijão (BUIRAGO et al., 1991), arroz (VIEIRA et al., 1995) e amendoim (SADER; CHALITA; TEIXEIRA, 1991).

O *amaranth* é um corante usualmente utilizado para identificação de incidência de danos em sementes amiláceas como o milho. Quando em contato com superfícies danificadas, onde há exposição do amido do endosperma, gera uma coloração vermelha, sendo essas superfícies identificadas quanto à posição e tamanho de dano. Já corante *fast green* permite identificar tecidos danificados através da coloração em verde, de partes de amido expostas do endosperma, facilitando a identificação visual dos danos (TEIXEIRA et al., 2002).

A tintura de iodo, quando reage com o amido endospermático, produz uma coloração azul-escura possibilitando observar partes danificadas das sementes. Esse corante foi utilizado por Vieira et al. (1995) para identificar danos mecânicos em sementes de arroz durante o beneficiamento, com o qual foi possível observar que a mesa de gravidade foi eficiente na separação de sementes danificadas. No entanto, o iodo, como corante de sementes, apresenta as inconveniências de penetrar muito facilmente nas sementes, principalmente na região do pedicelo, dificultando a identificação da severidade do dano, além de ser considerado tóxico para o uso diário em laboratório (OLIVEIRA et al., 1998).

Oliveira et al. (1998) estudaram a eficiência dos corantes *amaranth*, *fast green* e iodo na identificação de danos em sementes de milho e constataram que todos os corantes foram eficientes em detectar danos mecânicos em lotes colhidos mecanicamente, independente da concentração e do tempo testados. Porém os corantes *amaranth* a 0,1% e iodo a 4% apresentaram maior precisão na detecção da incidência de danos mecânicos em sementes de milho.

O lugol é outra substância que pode ser utilizada na identificação de sementes danificadas e é realizada com base na presença de sinais de coloração azul, resultante da reação entre o lugol e o amido. Ferreira (2010), utilizando este corante em sementes de milho, observou que os maiores danos ocorreram no lote de sementes coletadas na recepção, fato este que pode estar relacionado a colheita mecanizada das sementes.

Outro método que pode ser utilizado na identificação de injúrias às sementes para soja e feijão é a utilização de imersão de sementes em solução de hipoclorito de sódio. Não se trata de um corante, pois a observação dos danos se dá através da detecção da porcentagem de sementes intumescidas após a exposição à solução (OLIVEIRA et al., 1999). É um método simples e de rápida avaliação, em que em poucos minutos têm-se os resultados.

Pode-se utilizar uma escala de notas, de zero a três, para a classificação das sementes quanto à presença de danos, como a proposta por Oliveira et al. (1998) em que: as sementes sem danos aparentes recebem nota zero; aquelas com 10% da área colorida, desde que longe do embrião e/ou leve coloração perto da inserção no sabugo, classificam-se como nota um; sementes com 10 a 40% de área colorida, contanto que longe do embrião, recebem nota dois; aquelas sementes com mais de 40% de coloração ou diretamente associadas ao embrião, recebem nota três. Essa escala de nota foi utilizada por Carvalho et al. (1999) para avaliação de danos de estresse em pré-colheita em sementes de milho.

Os danos associados às sementes de girassol são de difícil identificação, devido à morfologia da semente e a coloração escura do pericarpo que dificultam a observação desses danos a olho nu. A utilização de corantes é uma ferramenta que pode auxiliar na visualização e identificação dos danos externos das sementes de girassol.

2.3.2 Teste de Tetrazólio

O teste de tetrazólio (TZ) é um dos testes mais tradicionais na avaliação da qualidade e no vigor de sementes, com as vantagens de ser de rápida execução e com resultados confiáveis (FERREIRA; BORGHETTI, 2004), desde que executado por profissionais capacitados.

O teste baseia-se na alteração da coloração de tecidos vivos na presença de uma solução incolor de sal de tetrazólio. Os íons H^+ liberados durante a respiração dos tecidos vivos se ligam a enzimas desidrogenases, que reagem com o 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio produzindo um composto vermelho, chamado trifetil formazan (BRASIL, 2009; FRANÇA NETO, 1999). A coloração resultante da reação é uma indicação positiva da viabilidade através da detecção da respiração no nível celular, sendo: o vermelho carmim claro sinônimo de tecido vigoroso; o vermelho mais intenso sinônimo de tecidos em deterioração, que permite maior difusão da solução de tetrazólio nas membranas danificadas; e o tecido não colorido consiste em tecido morto (FRANÇA NETO, 1999).

As vantagens do teste são várias, dentre elas cita-se a possibilidade de avaliação da viabilidade de sementes de espécies cujo resultado do teste de germinação é demorado. O teste não sofre interferências de condições que podem alterar o resultado conforme ocorre com o teste de germinação, além de possibilitar a avaliação das condições físicas e fisiológicas do embrião de cada semente individualmente e permite observar a localização e a natureza das alterações nos tecidos das sementes (CERVI; MENDONÇA, 2009). Então, o diagnóstico da causa da queda da viabilidade ou do vigor das sementes pode ser verificado (FRANÇA NETO, 1999).

Apesar do princípio do teste ser simples, a execução e interpretação requerem treinamento do analista e aplicação de critérios bastante subjetivos

(FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Mediante treinamento constante, o analista tem condições para reconhecer sintomas de injúrias mecânicas, de danos causados por insetos, de danos de umidade, além de danos provocados por alternâncias de temperatura (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1999).

A análise do teste de tetrazólio é composta por várias etapas, necessitando de um período de tempo relativamente curto para sua execução e avaliação, quando comparado ao teste de germinação. A primeira etapa consiste em um pré-condicionamento, cujos objetivos são ativar o metabolismo, facilitar o preparo das sementes e a coloração durante o contato das sementes com o sal de tetrazólio (MARCOS FILHO, 2005).

Posteriormente ao pré-condicionamento, há a necessidade do preparo das sementes para a coloração, onde, em alguns casos, é necessário proceder à retirada do tegumento e/ou corte longitudinal nas sementes (MARCOS FILHO, 2005), como é o caso de sementes de mamoneira onde a melhor metodologia de preparo das sementes foi a retirada do tegumento seguida de corte longitudinal mediano, que possibilita a exposição do embrião diretamente na solução de tetrazólio (GASPAR-OLIVEIRA; MARTINS; NAKAGAWA, 2009). A retirada do tegumento é necessária também em sementes de amendoim (BITTENCOURT; VIEIRA, 1999), algodão (VIEIRA; PINHO, 1999) e leucena (COSTA; SANTOS, 2010).

A última etapa do teste consiste na coloração das sementes em solução de sal de tetrazólio, em câmara com temperatura adequada e período pré-estabelecido (MARCOS FILHO, 2005). A concentração da solução bem como temperatura e tempo de exposição à coloração, são fatores muito variáveis entre sementes de diferentes espécies. Para tal, alguns autores têm estudado a adequação de metodologias na tentativa de aperfeiçoar e reduzir o período de duração do teste.

A eficiência do teste em avaliar o vigor e a viabilidade das sementes está relacionada ao desenvolvimento de uma metodologia adequada para cada espécie, de modo a definir as condições mais apropriadas para o pré-condicionamento, preparo e coloração das sementes, além dos critérios de interpretação (CERVI; MENDONÇA, 2009; GASPAR-OLIVEIRA; MARTINS; NAKAGAWA, 2009; PINTO et al., 2009b).

Queiroga, Barros e Duran (1992), analisando possível dormência em sementes de girassol, utilizaram como metodologia do teste de tetrazólio a embebição em água destilada por 24 horas, para facilitar a retirada manual do tegumento das sementes, seguida de mais duas horas de embebição para a retirada da membrana interna, sem a qual não é possível a coloração das sementes com o sal de tetrazólio. Já Fontinelli e Bruno (1997), estudando metodologias para execução do teste de tetrazólio em sementes de girassol, verificaram ser necessária a realização de um corte distal da semente e a imersão em solução de 0,1%, para a coloração eficiente nos períodos de pré-condicionamento de 18, 24 ou 30 horas. Para sementes de girassol, as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) recomendam duas metodologias de avaliação de viabilidade de sementes, propostas por International Seed Testing Association - ISTA (2008) e Lisakowski (1981), na qual orientam a retirada do pericarpo e tegumento das sementes antes da coloração com sal de tetrazólio.

Os efeitos dos danos ocasionados durante a colheita e beneficiamento de sementes de soja, vêm sendo estudadas utilizando o teste de tetrazólio (COSTA et al., 2003; MARCONDES; MIGLIORANZA; FONSECA, 2005, 2010; SADER; CHALITA; TEIXEIRA, 1991), sendo três tipos de danos facilmente identificados pelo teste de tetrazólio: rachaduras, amassamentos e abrasões. As abrasões são identificadas por lesões de coloração vermelho escura, caso tenham ocorrido recentemente, ou por lesões brancas com tecidos flácidos, se não recentes (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1999).

Deve-se ter atenção à localização e a extensão dos danos, pois a correta avaliação dependerá da associação desses dois fatores. Danos menores, que danifiquem o cilindro central, resultarão em conseqüências mais drásticas que danos de maiores extensões localizados na metade inferior do cotilédone (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1999).

2.3.3 Imagens Radiográficas

A aplicação de testes com avaliação de imagens radiográficas para sementes surge como um auxílio ao teste de germinação, pois permite a determinação da proporção de sementes cheias, vazias, danificadas por insetos e danificadas mecanicamente (BRASIL, 2009). Sua execução não exige tratamentos prévios das sementes e o nível de radiação absorvido pelas mesmas é baixo, o que não induz mutações genéticas nem afetam o desempenho da germinação (SANTOS et al., 2009), sendo um método não destrutivo.

Os raios X são ondas eletromagnéticas que se propagam na velocidade da luz, com comprimento de ondas variáveis, onde raios X de alta energia (ondas curtas) são mais apropriados para objetos grandes e/ou densos e os raios X de baixa energia (ondas longas) são apropriados para objetos pequenos como sementes (BRASIL, 2009).

Estudos com a utilização do teste com raios X vêm sendo desenvolvidos para sementes de diversas espécies, como: milho (CARVALHO et al., 1999; CICERO; BANZATTO JÚNIOR, 2003; CICERO et al., 1998), soja (FLOR et al., 2004; PINTO et al., 2009a), pinhão-manso (PINTO et al., 2009b), girassol (LUZ et al., 2010), feijão (FORTI; CICERO; PINTO, 2008), mamão (SANTOS et al., 2009), sucupira-preta (ALBUQUERQUE; GUIMARÃES, 2008) e cedro (MASETTO; FARIA; QUEIROZ, 2008).

A análise de imagens destaca-se como uma ferramenta eficiente na determinação de danos mecânicos em sementes por proporcionar uma avaliação individual, em imagens ampliadas, que podem indicar em detalhes a área danificada, sua extensão e localização, além de ser um método de grande precisão e não destrutivo (FLOR et al., 2004; FORTI; CICERO; PINTO, 2008).

A avaliação da relação dos danos mecânicos encontrados pelo teste de raios X e o vigor das sementes de milho foi estudado por Cicero e Banzatto Júnior (2003), que concluíram que é possível relacionar os danos com eventuais prejuízos ao vigor das sementes. Conforme estes autores, quando o dano ocorre no sentido longitudinal, na região intermediária da semente, superficialmente e sem atingir o eixo embrionário, dá-se origem a uma plântula normal. Em contrapartida, quando a injúria é profunda e afeta o eixo embrionário, têm-se uma plântula anormal ou uma semente morta. Coincidentemente, danos profundos no sentido transversal comprometem a translocação de nutrientes do endosperma para o eixo embrionário, dando origem a sementes mortas ou plântulas anormais.

É interessante que metodologias rápidas e eficientes possam ser aperfeiçoadas para o auxílio na tomada de decisão referentes à colheita, beneficiamento, armazenamento e comercialização, e de acordo com Pinto, Cicero e Forti (2007) a análise de imagens é uma ferramenta que pode atender a essas expectativas. Estudo realizado em sementes de girassol por Luz et al. (2010) mostraram que há uma correlação entre danos observados pelas imagens radiográficas e a germinação das mesmas, sendo uma ferramenta promissora.

As sementes de girassol são na verdade frutos, cuja estrutura externa (pericarpo) apresenta coloração escura (preta) tornando difícil a identificação de danos causados pela colheita, beneficiamento ou ataques de percevejos. Metodologias para identificação de danos em sementes de girassol ainda não são

bem estabelecidas, sendo necessária a adaptação de metodologias utilizadas para outras culturas.

Diante o exposto objetivou-se avaliar a qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol durante o beneficiamento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido no Laboratório Central de Análise de Sementes (LCSEM) do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Patologia de Sementes (LAPS) do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e na empresa Heliagro do Brasil.

Foram utilizados dois lotes de cipselas de girassol (denominados, a partir de agora, de sementes) provenientes de dois campos de produção do híbrido Hélio-250 produzidos no ano agrícola de 2010 no município de Tupaciguara-MG, em campo de produção de sementes (latitude 18°40'07'' e longitude 48°48'26'') da empresa Heliagro do Brasil.

A usina de beneficiamento de sementes (UBS) utilizada, situa-se no município de Uberaba, na Fazenda VAN ASS, aproximadamente 160 Km do campo de produção. As sementes foram beneficiadas nos meses de setembro e outubro de 2010. Durante o beneficiamento, foram coletadas amostras em tempos regulares no fluxo de sementes nos dez pontos de amostragem que podem ser observados na Figura 1. A sequência consistiu na utilização de equipamentos de pré-limpeza e classificação por tamanho e densidade (mesa de gravidade).

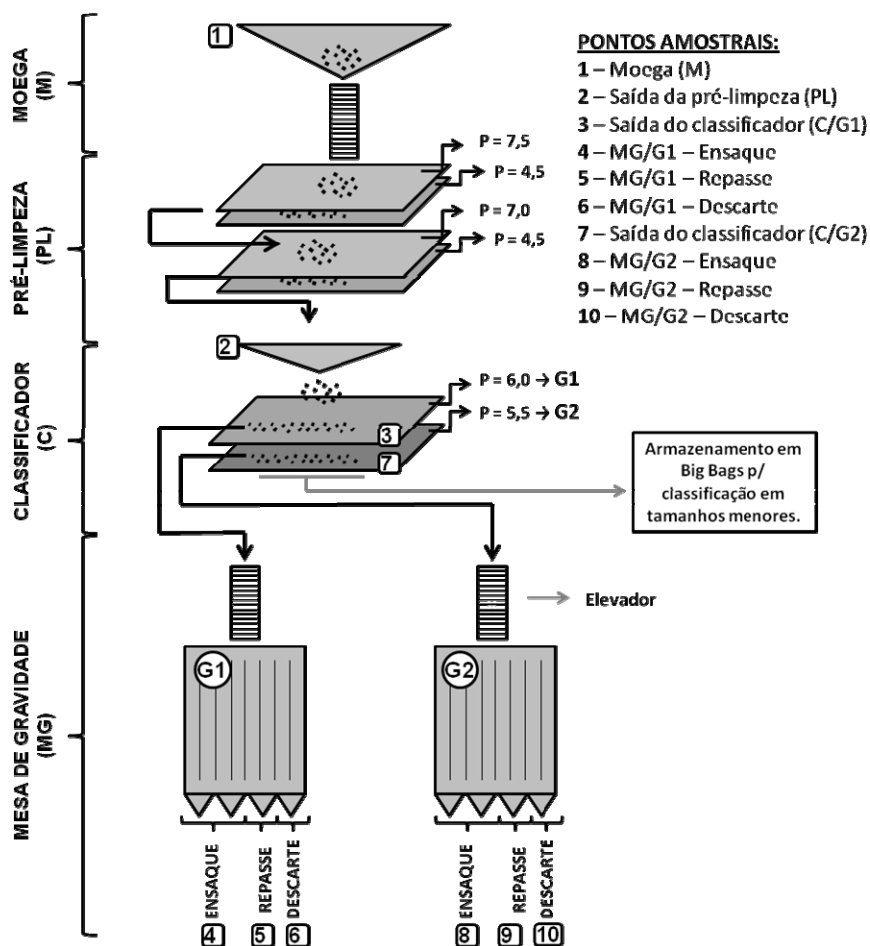


Figura 1 Desenho esquemático da sequência de Beneficiamento de Sementes de girassol e indicação dos pontos de amostragem (1 a 10) e da classificação por tamanho (G1 e G2)

Do início do beneficiamento até o ensaque na mesa de gravidade as sementes passaram por dois elevadores do tipo caneca, o primeiro para transportar as sementes da moega para o classificador e o segundo do classificador para as duas mesas de gravidade. Na pré-limpeza as sementes passaram por uma máquina com ar e dois jogos de peneiras para remoção dos materiais mais grosseiros e mais leves, seguindo para o classificador. As

sementes foram classificadas em peneiras de crivo circular nos tamanhos: G1 – sementes retidas em peneiras de número 15/64 (5,95 mm) e G2 – sementes retidas em peneiras de número 14/64 (5,55 mm). Cada uma dessas classificações seguiu para uma mesa de gravidade onde foram separadas por densidade. As duas bicas superiores se destinavam ao ensaque, a bica intermediária inferior seguia para repasse no beneficiamento e a bica inferior para o descarte.

Após a coleta das amostras em cada fase do processo de beneficiamento, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao laboratório (LCSEM/UFLA) onde foram realizadas as seguintes avaliações:

- a) **teor de água:** foi determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009) com duas subamostras de 50 sementes para cada tratamento e os resultados expressos em porcentagem;
- b) **teste de pureza física:** foi realizado com uma única amostra de 200 g de sementes de cada tratamento. Os componentes da amostra foram separados em sementes puras e material inerte (restos culturais e fragmentos de sementes menores que 50%) e os dados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009);
- c) **massa de mil sementes:** oito repetições de 100 sementes foram pesadas em balança de precisão (BRASIL, 2009) e o peso corrigido para um teor de água de 10%;
- d) **valor cultural:** foi realizado multiplicando a porcentagem de sementes puras pela porcentagem de germinação dividida por 100. Utilizou-se a fórmula: $VC = (P \times G)/100$ (BRASIL, 2009);
- e) **avaliação de danos mecânicos com uso de corante:** as sementes coletadas nos diferentes pontos amostrais foram submetidas a avaliação de danos mecânicos com auxílio do corante *fast green*. A

metodologia de avaliação de dano foi utilizada após definição por meio de pré-testes por diferentes tempos de embebição e concentração do corante. Deste modo, quatro subamostras de 50 sementes foram imersas em solução do corante *fast green* (0,4 %) durante 5 minutos e posteriormente lavadas em água corrente por 2 minutos. Observou-se com o auxílio de lupa a porcentagem de danos nas sementes classificando-os por intensidade (leve, média e grave). Os danos pequenos consistiram de pequenos arranhões ou amassamentos no pericarpo das sementes, os danos médios de trincas mais intensas no pericarpo sem afetar o embrião e os danos grandes de sementes fragmentadas;

- f) **análise radiográfica:** oito subamostras de 50 sementes foram dispostas em placas acrílicas e submetidas à análise radiográfica automática, utilizando o equipamento Faxitron HP MX-20 digital, sob intensidade de 22 kv por aproximadamente 11 segundos. As sementes foram classificadas de acordo com as imagens radiografadas e computadas a porcentagem de sementes com danos e com má formação para cada tratamento. Os danos mecânicos avaliados com o auxílio de imagens radiográficas foram classificados em leves, médios e graves. Na Figura 2, podem-se observar imagens de raios-X em sementes de girassol com danos mecânicos. Em 2A, é possível verificar uma semente sem dano mecânico e em 2B uma semente com dano mecânico leve, em que o dano só é observado no pericarpo e não é possível verificar trincas na semente. Na figura 2C, a semente apresenta trincas, no entanto estas estão posicionadas na região oposta ao eixo embrionário e com tamanho inferior a 30% do tamanho total da semente, sendo classificada como dano médio. Já nas figuras 2D e 2E, verifica-se

danos mecânicos considerados graves, pois o primeiro apresenta trincas em mais de 30% da semente e no segundo a trinca se encontra na região do eixo embrionário, que compromete a viabilidade da mesma.

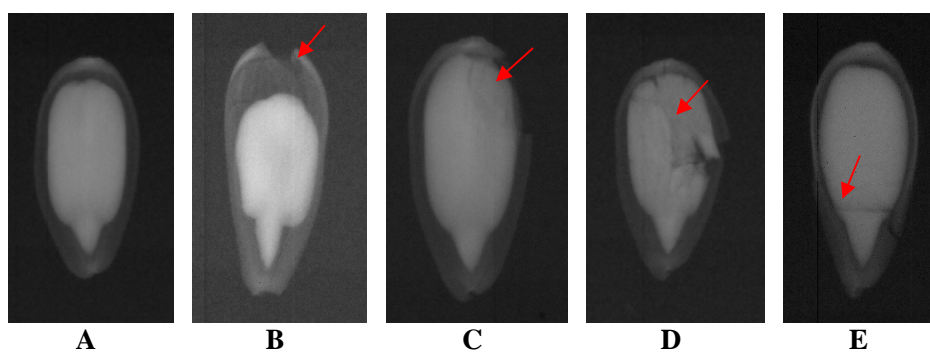


Figura 2 Classificação de sementes de girassol de acordo com danos na análise de imagens radiográficas. Sementes sem danos mecânicos (A), com dano mecânico leve (B), moderado (C) e grave (D e E)

Foram ainda computadas a porcentagem de sementes mal formadas, que foram classificadas como com má formação leve e grave. A Figura 3 ilustra imagens de raios-X de sementes de girassol com má formação. Em A observa-se uma semente com os cotilédones retorcidos e embrião arredondado e em B o embrião pontiagudo. Nessas duas imagens, apesar da semente apresentar má formação, estas não comprometem diretamente o eixo embrionário, sendo classificadas como leves. Já nas imagens seguintes (Figuras 3C, 3D e 3E), observa-se que, além dos cotilédones, o eixo embrionário é seriamente comprometido, sendo estas sementes classificadas como mal formadas com deformações drásticas (grave).

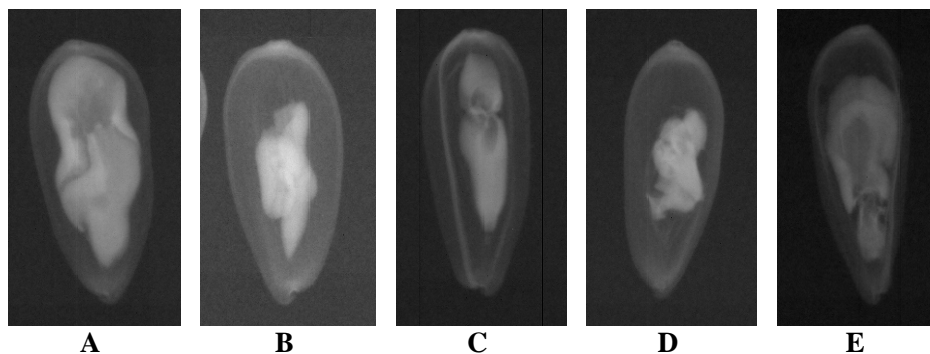


Figura 3 Classificação de sementes de girassol de acordo com má formação na análise de imagens radiográficas. Sementes com má formação leve (A e B) e grave (C, D e E)

- a) **teste de tetrazólio:** conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, as quais foram colocadas para embeber em papel “germitest”, por 15 horas em BOD a 25 °C. Após esse período, com auxílio de um bisturi, realizou-se um corte entre os cotilédones, para facilitar a retirada do pericarpo das sementes. Posteriormente a retirada do pericarpo as sementes permaneceram emersas em água por 20 a 30 minutos para facilitar a retirada do tegumento. As sementes foram então colocadas para embeber em solução de tetrazólio na concentração de 0,075% e acondicionadas em BOD a 30 °C por uma hora, para a devida coloração (BRASIL, 2009). Após o desenvolvimento da coloração foram avaliados o percentual de sementes inviáveis, viáveis e vigorosas. Além disso, foram avaliados os danos mecânicos, que foram classificados quanto à intensidade (leves, médias e graves). Danos considerados leves foram os superficiais localizados nos cotilédones, enquanto que os médios atingiam uma porção, não superior a 30% da semente, e localizado na região oposta ao eixo embrionário. Os danos graves consistiram

naqueles em que comprometeram uma porção superior a 30% da semente e/ou afetaram o cilindro central do eixo embrionário;

- b) **germinação:** 200 sementes, divididas em oito subamostras de 25, foram semeadas em substrato papel germitest umedecido com 2,5 vezes o peso do substrato em água (base seca), mantidos a temperatura de 25 °C sob luz constante. As avaliações foram realizadas após o quarto dia (**Primeira contagem**) e no décimo dia do início do teste de germinação, computado as plântulas normais sendo, os dados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009);
- c) **emergência:** quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento foram semeadas em canteiros de dimensões de 1,0 m x 10,0 m contendo substrato areia + terra na proporção de 2:1 (v/v). Foram realizadas irrigações diárias e após 10 dias da semeadura foi computado o número de plântulas normais emersas e o resultado expresso em porcentagem (BRASIL, 2009);
- d) **índice de velocidade de emergência:** foi realizado conjuntamente ao teste de emergência, onde diariamente foi computado o número de plântulas emergidas (cotilédones completamente acima da superfície do solo) calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962);
- e) **envelhecimento acelerado:** subamostras de 200 sementes de cada tratamento foram distribuídas sobre uma tela metálica em caixas gerbox adaptadas (TAO, 1979) em camada única. As caixas tampadas e contendo 40 ml de solução de água foram mantidas em câmara de germinação do tipo BOD, a 42 °C durante 72 h (MAEDA et al., 1986). Posteriormente, as sementes foram submetidas ao teste de germinação seguindo a metodologia já descrita, avaliando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a semeadura;

- f) **condutividade elétrica:** quatro subamostras de 50 sementes foram pesadas e colocadas para embeber em copos plásticos de 200 mL contendo 75 mL de água deionizada, mantidas em BOD a uma temperatura de 25 °C por um período de 24 horas (BRANDÃO JÚNIOR et al., 1997). Em seguida foram realizadas as leituras da condutividade em um condutivímetro DIGIMED CD-21 e os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de sementes;
- g) **avaliação sanitária:** foi determinada pelo método de incubação em papel de filtro sem congelamento com oito subamostras de 25 sementes por tratamento. As sementes foram distribuídas em placa de acrílico de 15 cm de diâmetro contendo três folhas de papel filtro previamente esterilizadas e umedecidas em solução de Ágar e 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio) 0,01%. As sementes foram incubadas a $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$, em câmara com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, durante sete dias. Para a identificação de patógenos associados às sementes, foi utilizado lupa estereoscópica e microscópio ótico. A incidência foi avaliada em porcentagem de fungos encontrados;
- h) **delineamento estatístico:** o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 2 x 10, com dois lotes de sementes de girassol e dez pontos de amostragem no processo de beneficiamento. As médias foram comparadas pelo teste de scott-knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar, versão 4.0 (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos teores de água das sementes de girassol nos diferentes pontos de coleta são apresentadas na Tabela 1. Não houve grande variação entre os tratamentos estudados, sendo a diferença entre a umidade máxima e mínima registradas de 0,8 % para os dois lotes estudados. Na tabela de tolerância para dados de grau de umidade de sementes das Regras para Análise de Sementes brasileiras (BRASIL, 2009), a diferença máxima aceita entre as repetições é de 0,5 %. As médias de teor de água observadas para os lotes 1 e 2 foram, respectivamente, de 6,5% e 7,0%. Segundo Alimpic (1981), a operação de secagem só é solicitada quando o grau de umidade das sementes for maior que 7% ou 8%, o que não foi o caso.

Tabela 1 Médias do teor de água (TA), pureza, valor cultural (VC) e massa de mil sementes de amostras de sementes de girassol obtidas em 10 diferentes pontos amostrais durante o processo de beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Lotes	Pontos Amostrais	TA (%)	----- Pureza (%) -----			VC (%)	Massa de mil sementes (g)
			Sementes puras	----- Material Inerte ----- Restos Culturais	Fragmentos de sementes		
1	1*	6,3	90,5	8,4	1,1	70,6	118,1
	2	6,2	99,3	0,2	0,5	88,4	121,2
	3	6,7	98,9	0,6	0,5	71,2	139,3
	5	6,5	99,7	0,0	0,2	82,8	146,4
	6	6,6	99,1	0,3	0,6	83,7	130,7
	7	6,9	45,5	47,6	6,8	28,9	86,3
	4	6,5	99,3	0,3	0,4	89,4	126,4
	8	6,1	99,7	0,0	0,2	84,2	141,6
	9	6,2	95,8	2,0	2,2	82,4	111,1
	10	6,9	53,0	40,3	6,6	23,9	70,7
2	1	6,8	99,4	0,3	0,3	92,4	89,6
	2	6,8	99,4	0,3	0,3	81,0	95,8
	3	6,9	99,5	0,4	0,1	77,6	115,3
	5	6,7	100,0	0,0	0,0	81,0	124,9
	6	7,0	99,6	0,1	0,3	76,7	115,7
	7	7,5	70,1	27,7	2,2	51,5	93,5
	4	6,9	99,6	0,3	0,0	79,7	110,9
	8	6,8	99,8	0,0	0,2	87,8	112,7
	9	7,1	99,6	0,1	0,3	83,2	98,4
	10	7,4	76,3	21,5	2,2	51,1	80,6

*1- moega; 2- saída da pré-limpeza; 3- saída do classificador (G1); 4- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para ensaque; 5- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para repasse; 6- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para descarte; 7- saída do classificador (G2); 8- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para ensaque; 9- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para repasse; 10- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para descarte

Observa-se uma diferença de umidade (Tabela 1) entre a parte superior da mesa densimétrica que segue para o ensaque (4 e 7) e a parte inferior da mesma (descarte, 6 e 10), esta última apresentando uma maior umidade. Isso pode ser justificado pela presença de maior quantidade de restos culturais, junto às sementes, nos pontos de coleta no descarte da mesa (6 e 10).

Para as médias de pureza física (Tabela 1), verifica-se pelos resultados obtidos para o lote 1, que as sementes amostradas na recepção (ponto de coleta 1) e nos descartes da mesa densimétrica (tratamentos 6 e 10) não atingiram o padrão mínimo de pureza exigido para comercialização de sementes de girassol de 98,0% (BRASIL, 2005). Observou-se que a operação de pré-limpeza foi eficiente em melhorar a qualidade física do lote, pois reduziu as impurezas da amostra inicial (ponto 1) do lote 1 em 8,8%. Essa melhoria foi devido a retirada da alta porcentagem de restos culturais (8,4%) do lote 1. Essa diferença não foi verificada no lote 2, devido este apresentar uma maior porcentagem de sementes puras no início do beneficiamento. A redução de materiais inertes refletiu nos resultados de valor cultural que passou de 70,6% para 88,4%, nos pontos de coleta 1 e 2 respectivamente, para o lote 1. Ferreira e Sá (2010) verificaram que apenas com a operação de limpeza foi possível que os valores de pureza superassem o mínimo exigido para a comercialização de sementes de milho (98%).

No que diz respeito à mesa de gravidade, esta também se mostrou eficiente, pois a maior parte do material inerte dos dois lotes foi eliminada na descarga inferior da mesa de gravidade (tratamentos 6 e 10). O descarte do lote 1, para sementes classificadas na peneira de maior tamanho (G1, ponto 6) foi de 47,6% e na peneira de menor tamanho (G2, ponto 10) foi de 40,3%. Já para o lote 2 esses valores foram de 27,7% e 21,5%. Lopes et al. (2011) observaram que os maiores percentuais de pureza no beneficiamento de sementes de soja foram obtidos na mesa gravitacional.

Para o lote 1, o valor cultural (Tabela 1) aumentou da moega receptora (ponto amostral 1) para a pré-limpeza. No entanto, no classificador de peneiras, as sementes classificadas nas peneiras de maior tamanho (G1, ponto 3) apresentaram uma redução no valor cultural. O mesmo não aconteceu para as sementes classificadas em menor tamanho (G2, ponto 7), que apresentaram um

aumento do VC. No que diz respeito ao lote 2, observou-se uma redução do VC, da moega para a pré-limpeza e desta para o classificador. O valor cultural representa a proporção de sementes puras que são viáveis, ou seja, capazes de germinar e produzir plântulas normais em condições favoráveis (MARTINS; LAGO; GROTH, 1998) e por isso um parâmetro importante de qualidade.

De acordo com os resultados de massa de mil sementes, que podem ser observados na Tabela 1, é possível inferir que o processo de beneficiamento foi realizado de forma adequada para todas as etapas avaliadas, sendo efetivo no aumento da massa das mesmas na sequência de beneficiamento. As amostras retiradas das porções superiores da mesa de gravidade mostraram-se com uma densidade superior aquelas nas porções inferiores. Resultado semelhante foi observado por Mertz et al. (2007) em sementes de feijão-miúdo, em que as sementes coletadas nas partes superior e intermediária da mesa gravitacional apresentaram peso de mil sementes significativamente superior as provenientes da parte inferior.

O efeito do beneficiamento sobre os danos mecânicos provocados às sementes e avaliados com uso de corante, tetrazólio e raios-X, dependem do lote analisado. Foi constatada interação entre lotes e as etapas do beneficiamento como se observa na Tabela 1A. Verifica-se pelo uso de corantes, na tabela 2, que inicialmente o lote 2 apresentava maiores porcentagens de danos leves, quando comparado ao lote 1. No decorrer do beneficiamento essa diferença não é constatada, a não ser nas amostras das descargas inferiores da mesa de gravidade (tratamentos 6 e 10), onde ocorre uma inversão de resultados, sendo que o lote 1 apresentou maiores quantidades de danos leves que o lote 2. Essa diferença foi significativa também dentro do lote 1, entre esses tratamentos e as demais etapas do beneficiamento.

Tabela 2 Valores médios referente a danos mecânicos de intensidades leve, moderado e grave avaliadas com o auxílio de corantes em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Pontos Amostrais	Leve		Moderado		Grave	
	----- Lotes -----		----- Lotes -----		----- Lotes -----	
	1	2	1	2	1	2
1**	7,5 Aa*	17,0 Bc	4,5 Aa	2,5 Aa	4,5 Ba	0,0 Aa
2	6,0 Aa	11,5 Bb	2,0 Aa	2,5 Aa	3,5 Aa	3,5 Ab
3	9,0 Aa	6,0 Aa	6,0 Bb	0,5 Aa	0,0 Aa	3,5 Ab
5	8,0 Aa	5,0 Aa	1,5 Aa	1,5 Aa	2,0 Aa	1,0 Aa
6	10,0 Aa	7,0 Aa	4,5 Aa	4,5 Aa	2,5 Aa	4,5 Ab
7	13,0 Bb	8,5 Aa	9,0 Bb	4,0 Aa	10,0 Ab	7,0 Ab
4	8,0 Aa	6,0 Aa	1,5 Aa	5,0 Ba	1,0 Aa	2,0 Aa
8	6,5 Aa	4,5 Aa	2,0 Aa	1,0 Aa	3,0 Aa	1,0 Aa
9	9,0 Aa	5,5 Aa	4,0 Aa	3,0 Aa	5,0 Aa	3,5 Ab
10	16,5 Bb	9,5 Aa	7,5 Bb	4,0 Aa	16,0 Bc	6,0 Ab

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

**1- moega; 2- saída da pré-limpeza; 3- saída do classificador (G1); 4- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para ensaque; 5- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para repasse; 6- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para descarte; 7- saída do classificador (G2); 8- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para ensaque; 9- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para repasse; 10- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para descarte

No que diz respeito aos danos moderados observados pelo teste do corante (Tabela 2), verifica-se que o lote 1 apresentou maiores quantidades de danos do que o lote 2, constatados nos pontos amostrais 3, 7 e 10, que são respectivamente o classificador do tamanho G1 e descartes da mesa de gravidade dos tamanhos G1 e G2. Observa-se ainda que, estes danos encontram-se em maior quantidade nesses mesmos tratamentos, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos dentro do lote 1. O lote 2 apresentou maiores quantidades de danos apenas para o classificador do tamanho G2 (tratamento 7) diferindo do lote 1, e entre os pontos amostrados no beneficiamento, não foi observada diferença significativa.

Em se tratando de danos graves pelo teste de corantes, observa-se que o lote 1 apresentou maior quantidade de danos quando comparado com o lote 2 na entrada do beneficiamento (ponto 1) e no descarte da mesa de gravidade do tamanho menor (ponto 10). No decorrer do beneficiamento, nota-se que o descarte da mesa de gravidade para os dois tamanhos classificados (6 e 10) acumularam as maiores porcentagens de danos graves, diferindo dos demais pontos amostrais, mostrando que a mesa de gravidade é eficiente em separar esses danos mecânicos e retirá-los do lote para comercialização (ensaque).

Fessel et al. (2003) utilizaram o corante *Amaranth* como ferramenta para avaliação de danos mecânicos em sementes de milho durante o beneficiamento. Estes autores observaram um aumento na porcentagem de danos ao longo do beneficiamento e um efeito cumulativo dos danos no tegumento da semente, verificados com o aumento dos danos mais severos (nota 3). Já Menezes, Lersch-Junior e Storck (2002), utilizando o corante verde rápido, observaram que os danos mais severos nas sementes de milho foram produzidos após a passagem por um elevador e que sementes de maior tamanho sofrem mais danos severos.

Devido à avaliação dos danos, com a utilização de corantes, ser realizada pela observação do pericarpo das cipselas de girassol, não necessariamente os danos considerados leves atinjam negativamente a semente, pois o pericarpo atua como uma barreira física aos impactos durante o beneficiamento. Já no caso de danos mais severos, como os de intensidade moderada e grave, é mais provável que alguma parte interna da semente possa ser atingida, já que se trata de sementes com trincas ou sementes quebradas, respectivamente.

Quanto aos danos observados pelas imagens de raios-X (Tabela 3), verifica-se que o lote 2 diferiu estatisticamente do lote 1, quanto a porcentagem de danos leves, nas amostras coletadas no classificador de peneiras (tratamentos

3 e 7), apresentando o lote 2 as maiores médias. Para as diferentes etapas do beneficiamento, não foi observada diferença significativa para o lote 1, enquanto que para o lote 2, verifica-se uma concentração de danos pequenos nas amostras coletadas no classificador (tamanhos G1 e G2) e na parte superior da mesa de gravidade. Isso pode ser devido as sementes mais densas sofrerem um impacto mais forte durante o processo de beneficiamento. Forti, Cicero e Pinto (2008), avaliando danos mecânicos e danos causados por percevejos em sementes de feijão pela análise de imagens radiográficas, concluíram que esta ferramenta permite a identificação e correlação desses danos com eventuais prejuízos ocasionados a germinação.

Tabela 3 Valores médios referente a danos mecânicos de intensidades leve, moderado e grave avaliadas com o auxílio de imagens radiográficas em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Pontos Amostrais	Leve		Moderado		Grave
	Lotes		Lotes		
	1	2	1	2	
1**	19,1 Ba*	13,3 Aa	1,3 Aa	1,3 Aa	0,3 a
2	13,3 Aa	17,5 Ab	2,0 Aa	1,5 Aa	0,1 a
3	13,5 Aa	21,5 Bb	3,0 Aa	1,5 Aa	0,5 a
5	12,8 Aa	19,5 Bb	2,5 Aa	1,3 Aa	1,0 a
6	13,8 Aa	15,8 Aa	1,3 Aa	1,0 Aa	0,1 a
7	17,9 Aa	15,3 Aa	5,5 Bb	2,3 Aa	2,1 b
4	13,3 Aa	20,8 Bb	1,8 Aa	2,8 Aa	0,3 a
8	15,4 Aa	17,6 Ab	0,6 Aa	1,1 Aa	0,4 a
9	14,0 Aa	13,3 Aa	3,5 Ba	1,3 Aa	0,5 a
10	13,9 Aa	14,1 Aa	7,9 Bc	2,5 Aa	1,6 b

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

**1- moega; 2- saída da pré-limpeza; 3- saída do classificador (G1); 4- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para ensaque; 5- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para repasse; 6- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para descarte; 7- saída do classificador (G2); 8- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para ensaque; 9- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para repasse; 10- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para descarte

No que diz respeito aos danos moderados (Tabela 3), observa-se que as amostras do lote 1 apresentaram maiores percentuais de danos, quando comparados ao lote 2, para a descarga inferior da mesa de gravidade dos dois tamanhos de sementes (G1 e G2, tratamentos 6 e 7) e na descarga para repasse do tamanho G2 (tratamento 9). Na sequência de etapas do beneficiamento do lote 1, verificou-se que apenas as amostras coletadas no descarte da mesa de gravidade diferiram das demais etapas, apresentando maior percentual de danos. O descarte da mesa de gravidade que recebeu as sementes classificadas como G2 (10), diferiu estatisticamente do tamanho G1 (6), apresentando maior quantidade de danos.

Em se tratando de danos severos (graves), não foi verificado efeito significativo para lotes, sendo observada diferença significativa apenas para as etapas do beneficiamento (Tabela 3). O descarte da mesa de gravidade dos dois tamanhos de sementes classificados (G1 e G2) diferiram dos demais tratamentos, acumulando o maior percentual de danos nas sementes.

Na Tabela 4 estão apresentados os dados referentes aos danos mecânicos observados com o teste de tetrazólio. Nota-se que na recepção da UBS (moega), foi observado que no lote 1 a quantidade de danos leves em relação ao lote 2 foi superior. No entanto, após a recepção, o lote 2 passou a ter maior percentual de danos leves, para as amostras após a pré-limpeza e após a classificação das sementes G2, diferindo estatisticamente do lote 1. Na maioria dos pontos amostrados não foi observada diferença significativa.

Tabela 4 Valores médios referente a danos mecânicos de intensidades leve, moderado e grave avaliadas com o auxílio de teste de tetrazólio em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Pontos Amostrais	Leve		Moderado		Grave	
	Lotes		Lotes		Lotes	
	1	2	1	2	1	2
1**	13,2 Bb*	2,7 Aa	1,9 Aa	0,4 Aa	7,1 Ab	2,6 Aa
2	0,0 Aa	13,0 Bb	2,5 Aa	1,8 Aa	0,0 Aa	4,4 Aa
3	9,8 Ab	16,6 Ab	0,0 Aa	3,9 Ba	10,5 Ab	9,2 Ab
5	18,3 Bb	8,4 Aa	2,5 Aa	4,0 Aa	9,4 Ab	9,4 Ab
6	8,7 Ab	5,5 Aa	2,2 Aa	3,5 Aa	4,0 Aa	7,3 Ab
7	10,8 Ab	3,7 Aa	11,3 Bb	1,3 Aa	23,0 Bd	4,6 Aa
4	6,4 Aa	18,3 Bb	2,8 Aa	5,2 Aa	4,6 Aa	9,0 Ab
8	2,4 Aa	0,4 Aa	1,5 Aa	2,5 Aa	3,0 Aa	0,8 Aa
9	12,5 Ab	8,4 Aa	0,0 Aa	3,3 Aa	14,9 Bc	4,7 Aa
10	8,3 Ab	9,7 Aa	10,7 Bb	2,9 Aa	15,0 Ac	18,1 Ac

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

**1- moega; 2- saída da pré-limpeza; 3- saída do classificador (G1); 4- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para ensaque; 5- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para repasse; 6- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para descarte; 7- saída do classificador (G2); 8- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para ensaque; 9- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para repasse; 10- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para descarte

Em se tratando das etapas de beneficiamento (Tabela 4), para o lote 1, é possível verificar que os danos leves foram se acumulando no decorrer do beneficiamento, não sendo observado eficiência da mesa de gravidade em separá-los dentro do lote. Identifica-se também que as sementes de maior tamanho (G1) têm uma tendência a apresentar maior quantidade de danos que as sementes de menor tamanho (G2). No que diz respeito ao lote 2, pode-se observar que a maior parte dos danos pequenos estão situados após a pré-limpeza e os dois tamanhos de sementes no classificador (tratamento 3 e 7), diferindo dos demais tratamentos subsequentes.

Quanto aos danos de intensidade moderada (Tabela 4), foi observada diferença significativa entre os lotes para o tamanho G1 no classificador (tratamento 3), no qual o lote 2 apresentou mais danos moderados que o lote 1. No entanto, na descarga inferior da mesa de gravidade, onde se encontra o material que segue para o descarte (etapas 6 e 10), o lote 1 apresentou maiores percentagens de sementes com danos. No decorrer do processo de beneficiamento o descarte das duas mesas de gravidade (etapas 6 e 10) diferiram das demais etapas dentro do lote 1, enquanto que dentro do lote 2 não houve diferença significativa para danos moderados, entre as etapas de beneficiamento. Oliveira, Sader e Krzyzanowski (1999) observaram que, para a cultivar de soja Dourados, houve efeito significativo para ocorrência de danos mecânicos durante o beneficiamento, enquanto que para a cultivar Paiaguás esse efeito não foi observado. Estes mesmos autores verificaram que as máquinas de separador em espiral e mesa de gravidade foram eficazes na remoção das sementes danificadas do lote.

Com relação aos danos graves observados pelo teste de tetrazólio (Tabela 4), foi possível mais uma vez notar que o lote 1 apresentou qualidade inferior ao lote 2, sendo evidenciado pelos tratamentos 6 e 9. Já para as etapas de beneficiamento dentro deste lote, verifica-se um padrão crescente de danos graves, culminando nos maiores percentuais para o descarte da mesa de gravidade, que é a última etapa do processo. No caso do lote 2, observa-se que os danos graves aumentaram logo após a pré-limpeza, nos tratamentos 3 e 7 (classificador) e foram mantidos nas amostras coletadas na mesa de gravidade para o tamanho G1 (tratamentos 4 e 5). Esses danos considerados graves pelo teste de tetrazólio foram classificados não somente quanto ao tamanho e sim quanto à localização deste na semente, pois danos que atinjam o eixo embrionário podem comprometer a viabilidade da semente. Lopes et al. (2011) verificaram com o uso do teste de tetrazólio (TZ 6-8, sementes inviáveis) em

sementes de soja que as amostras coletadas nas fases de limpeza e separador em espiral ocasionaram maiores percentagens de danos graves.

É possível notar, que as três metodologias de avaliação de danos utilizadas (corante, raios-X e tetrazólio) apresentaram resultados diferentes quanto à porcentagem de danos identificados. Isso pode ser explicado pelo fato de cada metodologia avaliar características diferentes das sementes. Com o uso de corante é possível avaliar os danos externos do aquênio de girassol, mais especificamente aqueles localizados no pericarpo. As imagens radiográficas fornecem informações externas (pericarpo) e internas (trincas nas sementes). Em se tratando do teste de tetrazólio é possível avaliar os danos internos nas sementes, inclusive aqueles que afetam o eixo embrionário. Neste sentido, as metodologias devem ser selecionadas considerando os objetivos e a disponibilidade de recursos para a obtenção dos resultados quanto a avaliação de danos durante o processo de beneficiamento.

Na Figura 4 é possível observar sementes de girassol após a coloração em solução de tetrazólio, onde em 4A nota-se uma semente viável e vigorosa sem nenhum dano. Em 4B verifica-se uma semente com danos mecânicos (coloração de vermelho mais intenso) no cotilédone e no eixo embrionário e em 4C e 4D observam-se sementes mal formadas. Essas más formações, quando comprometem apenas os cotilédones, podem gerar plântulas normais, com pequena deformação nas folhas cotiledonares, sem que comprometam significativamente a planta gerada a partir dela. No entanto, deformações que envolvam o eixo embrionário podem comprometer a viabilidade da semente.

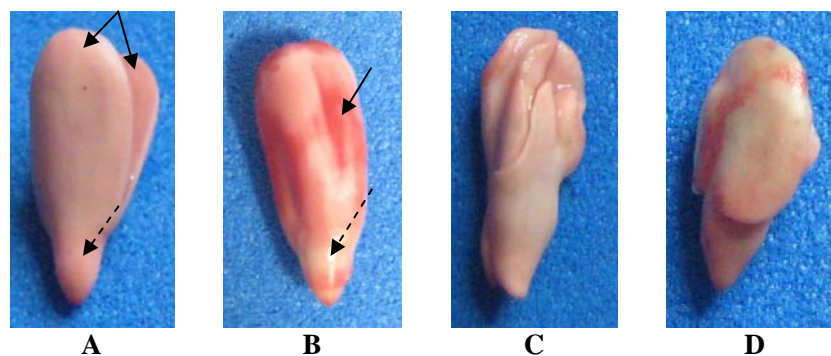


Figura 4 Tipos de danos detectados no teste de tetrazólio em sementes de girassol: (A) semente viável e vigorosa (setas contínuas indicam os cotilédones e seta pontilhada indica o eixo embrionário); (B) sementes com danos mecânicos (seta contínua indica dano mecânico no cotilédone e seta pontilhada dano no eixo embrionário); (C e D) sementes mal formadas

Em termos de más formações leves e graves nas sementes de girassol avaliadas com auxílio de imagens de raios-X, observa-se na Tabela 1B, que houve diferença significativa tanto para os lotes como para os pontos amostrais do beneficiamento. Na Tabela 5, verifica-se que o lote 1 apresentou significativamente mais más formações leves e graves que o lote 2, constatados no descarte da mesa de gravidade (6 e 10) e na bica de repasse da mesa (9). Luz et al. (2010), estudando as estruturas internas de sementes de girassol com auxílio de imagens radiográficas, verificaram que sementes classificadas como mal formadas apresentam-se como as menos vigorosas, indicando a eficiência da análise radiográfica na identificação de sementes de baixa qualidade.

Tabela 5 Percentual de sementes mal formadas (MF), observadas com o auxílio de imagens radiográficas, subdivididas em danos leves (MF – Leve) e graves (MF – Grave) em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Pontos Amostrais	MF – Leve		MF – Grave	
	----- Lotes -----		----- Lotes -----	
	1	2	1	2
1**	1,5 Aa*	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
2	0,5 Aa	0,3 Aa	0,0 Aa	0,3 Aa
3	0,5 Aa	0,3 Aa	0,3 Aa	0,0 Aa
5	0,5 Aa	0,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
6	0,5 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
7	24,8 Bc	4,5 Ab	14,7 Bc	0,8 Aa
4	0,3 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
8	0,3 Aa	0,2 Aa	0,0 Aa	0,0 Aa
9	6,3 Bb	0,0 Aa	3,0 Bb	0,0 Aa
10	32,1 Bd	3,3 Ab	13,3 Bc	3,0 Ab

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

**1- moega; 2- saída da pré-limpeza; 3- saída do classificador (G1); 4- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para ensaque; 5- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para repasse; 6- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para descarte; 7- saída do classificador (G2); 8- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para ensaque; 9- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para repasse; 10- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para descarte

Para o lote 1, nas duas categorias de má formação (Tabela 5), nota-se que o repasse da mesa de gravidade do tamanho G2 (9), seguido do descarte da mesa de gravidade do tamanho G1 e do tamanho G2 (6 e 10), apresentaram os maiores percentuais de sementes mal formadas, respectivamente, diferindo estatisticamente das demais etapas do processo de beneficiamento. Já para o lote 2 os descartes da mesa de gravidade para os dois tamanhos de sementes (6 e 10) diferiram das outras etapas do processo de beneficiamento por apresentar mais sementes mal formadas.

Pelo fato do girassol apresentar uma maturação desuniforme dentro da inflorescência (ANDERSON, 1975; CASTRO; FARIAS, 2005; MAEDA et al.,

1987; VIEIRA, 2005), a presença de sementes mal formadas no lote já era esperada. Nota-se a importância da mesa de gravidade dentro do processo de beneficiamento de sementes de girassol, pela eficiência desta máquina em retirar do lote a maior parte das sementes deformadas, pois estas são em sua maioria menos densas. Masetto, Faria e Queiroz (2008) observaram que sementes de cedro, classificadas como mal formadas pela análise de imagens de raios-X, originaram plântulas anormais e em sua maioria sementes mortas e atribuiu esse resultado a deformação do embrião não possibilitar o desenvolvimento normal das plântulas.

Na Tabela 1C está apresentado o resumo da análise de variância para as variáveis de qualidade fisiológica das sementes, onde nota-se efeito significativo da interação entre os lotes e as etapas do processo de beneficiamento, para todas as variáveis com exceção da condutividade elétrica, que teve efeito significativo apenas para as etapas do beneficiamento.

A germinação e vigor pelos testes de primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado (Tabela 6) evidenciam que o lote 1 iniciou o processo de beneficiamento com qualidade fisiológica inferior ao lote 2. Observa-se ainda que essa diferença também foi observada no descarte da mesa de gravidade do tamanho G1 (6), para as variáveis de porcentagem e índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e viabilidade e vigor do teste de tetrazólio. Para o descarte da mesa de gravidade do tamanho G2 (10) o lote 1 foi inferior ao lote 2 em todas as variáveis de qualidade fisiológica, com exceção da condutividade elétrica, que não demonstrou diferenças entre os lotes. Isso já era esperado, pois como as sementes do lote 1, colhidas na recepção, apresentavam qualidade inferior, o descarte desse lote conseqüentemente seria inferior também. Nery et al. (2009) observaram resultados semelhantes com sementes de nabo forrageiro, no qual o beneficiamento foi mais eficiente na separação de lotes de pior qualidade do que naqueles que iniciam o processo com uma qualidade superior.

Tabela 6 Médias dos testes de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G%), emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA%), condutividade elétrica (CE), viabilidade (TZ-Via %) e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ-Vig %) provenientes de amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Pontos Amostrais	PCG (%)		G (%)		E (%)		IVE	
	----- Lotes -----		----- Lotes -----		----- Lotes -----		----- Lotes -----	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1**	70 Ba*	82 Aa	78 Bb	93 Aa	98 Aa	100 Aa	9,88 Aa	10,16 Aa
2	81 Aa	73 Aa	89 Aa	82 Aa	98 Aa	99 Aa	9,93 Aa	10,17 Aa
3	62 Aa	62 Ab	72 Ab	78 Ab	100 Aa	97 Aa	10,36 Aa	9,69 Aa
5	68 Aa	68 Aa	83 Aa	81 Aa	99 Aa	98 Aa	10,33 Aa	9,68 Aa
6	66 Aa	71 Aa	85 Aa	77 Ab	99 Aa	97 Aa	10,21 Aa	9,68 Aa
7	39 Ab	45 Ac	64 Ac	74 Ab	71 Bb	81 Ac	6,58 Bb	7,78 Ac
4	71 Aa	73 Aa	90 Aa	80 Aa	98 Aa	99 Aa	9,75 Aa	10,04 Aa
8	67 Ba	79 Aa	85 Aa	88 Aa	100 Aa	99 Aa	10,35 Aa	9,87 Aa
9	69 Aa	76 Aa	86 Aa	84 Aa	94 Aa	97 Aa	9,31 Aa	9,57 Aa
10	31 Bb	57 Ab	45 Bd	67 Ab	74 Bb	89 Ab	6,77 Bb	8,93 Ab
Pontos Amostrais	EA (%)		TZ - Via		TZ - Vig		CE (dS cm ³)	
	----- Lotes -----		----- Lotes -----		----- Lotes -----			
	1	2	1	2	1	2		
1	74 Bb	93 Aa	92 Ab	97 Aa	83 Aa	86 Aa	59,46 a	
2	62 Bc	90 Aa	100 Aa	96 Aa	83 Aa	83 Ab	55,63 a	
3	78 Ab	83 Aa	90 Ab	91 Ab	83 Aa	78 Ac	56,34 a	
5	84 Aa	89 Aa	91 Ab	91 Ab	79 Aa	73 Ac	49,00 a	
6	87 Aa	75 Bb	96 Aa	93 Ab	80 Aa	76 Ac	69,50 b	
7	46 Bd	70 Ab	54 Be	92 Ab	31 Bc	81 Ab	112,03 c	
4	89 Aa	91 Aa	95 Aa	91 Ab	82 Aa	73 Bc	56,57 a	
8	79 Ab	79 Ab	97 Aa	99 Aa	84 Aa	91 Aa	52,91 a	
9	61 Bc	78 Ab	84 Bc	95 Aa	69 Bb	82 Ab	74,26 b	
10	41 Bd	60 Ac	64 Bd	79 Ac	33 Bc	59 Ad	121,94 c	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

**1- moega; 2- saída da pré-limpeza; 3- saída do classificador (G1); 4- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para ensaque; 5- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para repasse; 6- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para descarte; 7- saída do classificador (G2); 8- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para ensaque; 9- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para repasse; 10- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para descarte

Para a sequência de etapas do beneficiamento, dentro do lote 1 (Tabela 6), observa-se que não houve diferença significativa desde as amostras coletadas na recepção até aquelas amostradas na parte superior da mesa de gravidade quanto a primeira contagem de germinação, emergência, índice de velocidade de emergência e vigor pelo teste de tetrazólio. Para estas variáveis, só foi possível constatar perda na qualidade fisiológica nas amostras coletadas na descarga inferior da mesa de gravidade dos dois tamanhos utilizados (G1 e G2). Ferreira e Sá (2010) verificaram que a mesa de gravidade interfere positivamente na qualidade fisiológica das sementes de milho, pois remove as sementes de menor densidade, quebradas e atacadas por patógenos, que são encontradas na porção inferior da mesa.

Foi possível verificar pela germinação e viabilidade no teste de tetrazólio uma melhoria da qualidade das sementes da recepção (moega) para a pré-limpeza. Essa qualidade foi mantida para as sementes classificadas no tamanho menor (tratamento 4), no entanto, para as sementes classificadas na peneira de maior tamanho (tratamento 3) ocorreu uma redução na qualidade.

No que diz respeito ao lote 2 (Tabela 6), pode-se verificar que no decorrer do beneficiamento que não houve diferença significativa no vigor das sementes nas etapas iniciais do processo de beneficiamento, representadas pela moega, pré-limpeza e classificador, para as variáveis porcentagem e índice de velocidade de emergência e pelo envelhecimento acelerado. Já para a primeira contagem e porcentagem de germinação e viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio observa-se uma redução significativa da qualidade das sementes amostradas no final do classificador dos dois tamanhos de sementes, G1 e G2. Essa redução ainda é mais significativa para as amostras coletadas nos descartes da mesa de gravidade.

Para o envelhecimento acelerado nos dois lotes estudados, nota-se uma tendência das sementes amostradas na mesa de gravidade para o menor tamanho

(pontos amostrais 8, 9 e 10) apresentarem-se com menor vigor que as maiores (4, 5 e 6), corroborando com observações feitas por Aguiar et al. (2001) em sementes de girassol da cultivar Catissol, em que as sementes classificadas em peneiras de menor tamanho também mostraram-se menos vigorosas.

Observou-se que o padrão mínimo para germinação de 75% (BRASIL, 2005) foi encontrado em todos os pontos amostrais, com exceção dos descartes da mesa de gravidade para os dois tamanhos nos dois lotes e da amostra retirada na saída do classificador G1 (ponto amostral 3) do lote 1.

Foi observada diferença significativa para a condutividade elétrica (Tabela 6) nas etapas do beneficiamento, não sendo verificada diferença significativa entre os lotes. Foi possível identificar que as sementes amostradas no repasse da mesa de gravidade seguidas das amostradas no descarte da mesma, apresentaram menor vigor, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Esse comportamento corrobora com os danos mecânicos analisados anteriormente, que mostraram essa mesma tendência. No entanto, é importante destacar que não houve diferença significativa entre a moega, a pré-limpeza, o classificador e a parte superior da mesa de gravidade (que segue para ensaque), mostrando que o vigor, relacionado à integridade de membranas, foi mantida.

Mertz et al. (2007), em estudos com sementes de feijão-miúdo, sugerem que, além da separação de sementes com menor densidade nas descargas inferiores da mesa de gravidade, têm-se uma concentração de sementes com menor vigor, havendo a possibilidade de separação também por vigor.

Pelo quadro resumo da análise de variância para a presença dos fungos *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* e *Fusarium sp.* (Tabela 1D), observa-se que a interação entre os fatores foi significativa. Na Tabela 7 estão apresentados os resultados do teste de sanidade, onde nota-se uma tendência do lote 1 apresentar maiores quantidades dos fungos *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* e *Fusarium sp.* que o lote 2.

Além destes, outros fungos como *Alternaria alternata*, *Dreschrella sp.*, *Pestalotia sp.* e *Curvularia sp.*, também foram encontrados em menor incidência no beneficiamento.

Tabela 7 Porcentagens de incidência dos fungos *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* e *Fusarium sp.* em amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Pontos Amostrais	<i>Aspergillus sp.</i>		<i>Penicillium sp.</i>		<i>Fusarium sp.</i>	
	1	2	1	2	1	2
1**	15,8 Aa*	16,5 Ab	10,8 Bb	5,8 Ab	8,0 Bc	2,5 Aa
2	21,0 Ab	19,5 Ab	24,0 Bc	2,8 Aa	2,5 Aa	2,3 Aa
3	14,5 Aa	12,3 Aa	11,3 Bb	2,0 Aa	8,8 Bc	2,5 Aa
5	13,3 Aa	13,0 Aa	26,8 Bc	1,3 Aa	5,5 Bb	1,5 Aa
6	20,3 Bb	13,0 Aa	12,0 Bb	2,0 Aa	9,0 Bc	3,0 Aa
7	28,8 Ac	32,3 Ac	10,5 Bb	1,3 Aa	12,3 Bc	4,3 Aa
4	18,3 Ab	22,0 Ab	14,8 Bb	5,0 Ab	10,0 Bc	3,5 Aa
8	19,8 Bb	10,3 Aa	6,0 Aa	5,5 Ab	9,0 Bc	3,5 Aa
9	28,8 Bc	8,8 Aa	47,8 Bd	3,3 Aa	1,5 Aa	4,8 Aa
10	22,5 Ab	37,3 Bc	8,5 Aa	6,3 Ab	7,0 Bc	2,5 Aa

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Scott-knott no nível de 5% de probabilidade.

**1- moega; 2- saída da pré-limpeza; 3- saída do classificador (G1); 4- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para ensaque; 5- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para repasse; 6- saída da mesa de gravidade do tamanho G1 para descarte; 7- saída do classificador (G2); 8- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para ensaque; 9- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para repasse; 10- saída da mesa de gravidade do tamanho G2 para descarte.

Em se tratando das etapas do beneficiamento (Tabela 7), evidencia-se que no lote 1 ocorreu um aumento do percentual de sementes contaminadas com o fungo *Aspergillus sp.* com o decorrer do beneficiamento, sendo as maiores porcentagens de sementes contaminadas encontradas nos pontos 6 e 9 (mesa de gravidade). Esse mesmo comportamento não foi observado para os fungos *Penicillium sp.* e *Fusarium sp.*, que apresentaram uma distribuição aleatória da

porcentagem de fungos ao longo do processo, não sendo possível a separação das sementes contaminadas pelo beneficiamento. Esses fungos já foram observados para o girassol por outros autores como Aguiar et al. (2001) e Grisi et al. (2009) e tratam-se de fungos de armazenamento (*Aspergillus sp.* e *Penicillium sp.*) e fungo de final de ciclo (*Fusarium sp.*) (MENTEN, 1985).

Para o lote 2, foi verificado que no início do beneficiamento, não houve diferença significativa para a presença do fungo *Aspergillus sp.* nas amostras coletadas na moega (1), pré-limpeza (2) e saída do classificador G2 (7), que só não foram maiores que aquelas amostradas no descarte da mesa de gravidade (6 e 10). Isso mostra que as sementes que seguem para o ensaque, coletadas na mesa de gravidade (4 e 8), apresentaram menor quantidade desse fungo e que a maior parte dele foi eliminado no descarte da mesa. Esses dados corroboram com os dados de primeira contagem de germinação, emergência e índice de velocidade de emergência onde os descartes da mesa de gravidade apresentaram qualidade inferior. Quanto ao *Penicillium sp.*, observou-se que este fungo estava presente em maior quantidade nos pontos amostrados para as sementes menores, tamanho G2 (7, 8 e 10), diferindo das maiores. Isso pode ter acontecido devido à sequência de máquinas para a classificação desse tamanho apresentar-se com maior contaminação. No caso do fungo *Fusarium sp.* não foi observada diferença significativa entre as etapas do processo dentro do lote 2.

As qualidades físicas e fisiológicas iniciais dos dois lotes eram diferentes para as variáveis: primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e envelhecimento acelerado. No entanto, essas diferenças fisiológicas não foram detectadas pelo teste de emergência, tetrazólio e condutividade elétrica, indicando que o efeito dos microorganismos, presentes no lote 1, afetaram negativamente os resultados da germinação em condições de laboratório.

5 CONCLUSÕES

O beneficiamento é eficiente em classificar e melhorar a qualidade física e fisiológica de lotes de sementes de girassol, sendo a classificação por densidade uma etapa essencial no processo.

O beneficiamento por si só, não altera a qualidade sanitária dos lotes de sementes de girassol do híbrido Hélio-250.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. H. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 134-139, jan./fev. 2001.
- ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) pelo teste de raios X. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1713-1718, nov./dez. 2008.
- ALEXANDRE, A. D.; SILVA, W. R. Mesa gravitacional e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de ervilhaca-comum. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 167-174, jan./fev. 2001.
- ALIMPIC, M. Specific characters of sunflower drying and storage. In: _____. **Production and processing of sunflower**. Novi Sad: University of Novi Sad, 1981. p. 187-212.
- ANDERSON, W. K. Maturation of sunflower. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 15, p. 833-838, 1975.
- BAHIA. **Bahiabio**: programa estadual de bioenergia. Salvador, 2008. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/bahiabio.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2012.
- BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de amendoim. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; VIEIRA, R. D. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-8.
- BRANDÃO JÚNIOR, D. S. et al. Adequação do teste de condutividade elétrica para determinar a qualidade fisiológica de sementes. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 184-185, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25**, de 16 de dezembro de 2005. Estabelece normas específicas e os padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de algodão, arroz, aveia, avevém, feijão, girassol, milho, soja, trevo vermelho, trigo, trigo duro, triticale e feijão caupi. Brasília, 2005. Disponível em:

<http://www.cidasc.sc.gov.br/html/legislacao/IN%2025%20padr_365%20de%200qualidade%20para%20produ_347_343o%20de%20sementes.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2012.

_____. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

BUITRAGO, I. C. et al. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 99-104, abr./jun. 1991.

CARVALHO, M. L. M. et al. Caracterização de danos de estresse de pré-colheita e seus efeitos na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 93-100, jan./mar. 1999.

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

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 164-218.

CERVI, F.; MENDONÇA, E. A. F. Adequação do teste de tetrazólio para sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 177-186, mar./abr. 2009.

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

CICERO, S. M. et al. Evaluation of mechanical damage in seeds of mayze (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. **Seed Science Seed Science and Technology**, Zurich, v. 26, n. 3, p. 603-612, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal: girassol**, período outubro de 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_11_09_15_59_20_girassoloutubro2011.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2011.

COSTA, C. J.; SANTOS, C. P. Teste de tetrazólio em sementes de leucena. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 66-72, mar./abr. 2010.

COSTA, N. P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 128-132, jan./fev. 2003.

DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. de C. Origem e histórico do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 1-12.

DIOS, C. A. De cosecha. In: MOLESTINA, C. J. (Ed.). **Manejo del cultivo, control de plagas y enfermedades del girasol**. Montevideo: IICA, 1988. p. 201-209.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol: alguns comentários**. Brasília: MAPA/CONAB/SUGOF, 2002. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/semte_de_girassol.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2011.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 322 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.4. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, R. L. **Etapas do beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de milho**. 2010. 49 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

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

FESSEL, S. A. et al. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 70-76, mar./abr. 2003.

FLOR, E. P. O. et al. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 68-76, jan./fev. 2004.

FONTINÉLLI, I. S. C.; BRUNO, R. L. A. Aferição da metodologia para teste de tetrazólio em sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 123-124, 1997.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agriculture**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 30 nov. 2011.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos e causados por percevejo em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 121-130, jan./fev. 2008.

FRANÇA NETO, J. B. Testes de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; VIEIRA, R. D. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8, p. 1-7.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; VIEIRA, R. D. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8.5.1-8.5.26.

GADOTTI, G. I. et al. Qualidade de sementes de couve brócolis beneficiadas em mesa densimétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 123-127, mar./abr. 2006.

GASPAR-OLIVEIRA, C. M.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Método de preparo das sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 160-167, jan./fev. 2009.

GRISI, P. U. et al. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 28-36, 2009.

GRUNVALD, A. K. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1195-1204, set./out. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201110.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2011.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Biochemical test for viability: the topographical tetrazolium test. In: _____. **International rules for seed testing**. Bassersdorf, 2008. p. 6.1-6.30.

LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C.; SMIRDELE, O. J. Girassol: mais uma opção para os biocombustíveis. **Revista Biodiesel**, Brasília, n. 16, p. 17-18, 2007.

LINDSTRÖM, L. I. et al. Growth and development of sunflower fruits under shade during pre and early post-anthesis period. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 96, n. 1, p. 151-159, Mar. 2006.

LISAKOWSKI, D. **Tetrazolium evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed**. 1981. 74 f. Dissertation (Master in Crop Science) - Mississippi State University, Mississippi, 1981.

LOPES, M. M. et al. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 230-238, 2011.

LUZ, R. P. et al. Análise de imagens radiográficas na avaliação da qualidade de sementes de girassol. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 20., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

MAEDA, J. A. et al. Discriminação entre lotes de sementes de girassol através do teste de envelhecimento rápido. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 133-141, 1986.

_____. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 35-44, 1987.

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

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

_____. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 315-321, 2010.

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

MARTINS, L.; LAGO, A. A.; GROTH, D. Valor cultural de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst.ex A.Rich) Stapf durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 60-64, jan./mar. 1998.

MARZINEK, J.; DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Cypselae or achene? Refining terminology by considering anatomical and historical factors. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.3, p.549-553, jul./set. 2008.

MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; QUEIROZ, S. E. E. Avaliação da qualidade de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* - Meliaceae) pelo teste de raios X. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1708-1712, nov./dez. 2008.

MENEZES, N. L.; LERSCH-JUNIOR, I.; STORCK, L. Qualidade física e fisiológica das sementes de milho após o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 97-102, jan./fev. 2002.

MENTEN, J. O. M. Diagnóstico da patologia de sementes de girassol no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 25-30, 1985.

MERTZ, L. M. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 1-8, maio/jun. 2007.

NERY, M. C. et al. Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 36-42, jul./ago. 2009.

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

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

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do método de colheita e do tipo de armazenamento na qualidade de sementes de milho**. 1997. 134 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

OLIVEIRA, J. A. et al. Efeito do método de colheita na qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 200-206, abr./jun. 1997.

_____. Utilização de corantes na verificação de incidência de danos mecânicos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 125-128, abr./jun. 1998.

PAIVA, L. E.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 846-856, jul./ago. 2000.

PINTO, T. L. F.; CICERO, S. M.; FORTI, V. A. Avaliação de danos por umidade, em sementes de soja, utilizando a técnica da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 31-38, jan./fev. 2007.

PINTO, T. L. F. et al. An assessment of mechanical and stink bug damage in soybean seed using X-ray analysis test. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 37, n. 1, p. 110-120, 2009a.

_____. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelos testes de tetrazólio e raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 195-2001, mar./abr. 2009b.

QUEIROGA, V. P.; BARROS, M. A. L.; DURAN, J. M. Estudos da maturidade fisiológica e da dormência em sementes de girassol. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 13, n. 1/2, p. 22-32, 1992.

RONDANINI, D. P.; SAVIN, R.; HALL, A. J. Estimation of physiological maturity in sunflower as a function of fruit water concentration. **European Journal of Agronomy**, London, v. 26, n. 3, p. 295-309, Apr. 2007.

SADER, R.; CHALITA, C.; TEIXEIRA, L. G. Influência do tamanho e do beneficiamento na injúria mecânica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 45-51, jan./abr. 1991.

SANTOS, S. A. et al. X-ray technique application in evaluating the quality of papaya seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 37, n. 3, p. 776-780, Oct. 2009.

SMIDERLE, O. J. et al. Adubação nitrogenada para girassol nos cerrados de Roraima. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. p. 32-35.

SOLASI, A. D.; MUNDSTOCK, C. M. Época de semeadura e características do capítulo de cultivares de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 6, p. 873-879, jun. 1992.

TAO, K. J. An evaluation of alternative methods of accelerated aging seed vigor test for soybeans. **Journal of Seed Technology**, Zurich, v. 3, n. 2, p. 30-40, 1979.

TEIXEIRA, M. M. et al. Avaliação dos danos mecânicos em sementes de milho, durante a movimentação utilizando transportador helicoidal. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, La Habana, v. 11, n. 2, p. 19-24, 2002.

VIEIRA, A. R. et al. Avaliação da eficiência de máquinas utilizadas no beneficiamento de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 187-192, abr./jun. 1995.

VIEIRA, M. G. G. C.; PINHO, E. V. R. von. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; VIEIRA, R. D. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8.1.1-8.1.13.

VIEIRA, O. V. **Ponto de maturação ideal para colheita do girassol visando alta qualidade da semente**. 2005. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

APÊNDICES

Tabela 1A Resumo da análise de variância referente a danos mecânicos de intensidades pequeno, médio e grande em sementes de girassol avaliadas com o auxílio de corantes, imagens de raios-X e teste de tetrazólio de amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Fontes de Variação	GL	----- Corantes -----		
		Peq	Med	Gra
Lotes (L)	1	33,80 ^{NS}	39,20**	48,05*
Beneficiamento (B)	9	50,53**	21,98**	83,94**
L x B	9	48,91**	14,76**	28,83**
Resíduo	60	9,20	5,70	6,88
CV (%)		34,86	67,25	66,00
Fontes de Variação	GL	----- Raios-X -----		
		Peq	Med	Gra
Lotes (L)	1	186,9**	77,24**	11,43*
Beneficiamento (B)	9	26,86 ^{NS}	28,54**	7,36**
L x B	9	83,12**	14,76**	3,05 ^{NS}
Resíduo	60	24,07	4,18	1,75
CV (%)		31,08	89,95	193,71
Fontes de Variação	GL	----- Tetrazólio -----		
		Peq	Med	Gra
Lotes (L)	1	2,70 ^{NS}	8,65 ^{NS}	92,24*
Beneficiamento (B)	9	107,5**	30,14**	180,7**
L x B	9	143,6**	43,50**	107,5**
Resíduo	60	27,32	6,71	17,35
CV (%)		59,10	81,23	51,59

Tabela 1B Resumo da análise de variância referente à porcentagem de má formação de sementes leve (MF Leve), grave (MF Grave) e total (MF) obtidos através de imagens de raios-X de amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Fontes de Variação	GL	----- Má formação -----		MF (%)
		Leve	Grave	
Lote (L)	1	1395,64**	3009,3**	3009,3**
Beneficiamento (B)	9	697,98**	1564,6**	1564,6**
L x B	9	415,79**	905,5**	905,5**
Resíduo	140	6,78	9,56	9,56
CV (%)		68,45	55,52	55,52

Tabela 1C Resumo da análise de variância referente à primeira contagem (PCG) e a porcentagem de germinação (G%), porcentagem (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), viabilidade (TZ-Via) e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ-Vig) provenientes de amostras de sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Fontes de Variação	GL	----- Quadrados Médios -----			
		PCG	G (%)	E (%)	IVE
Lote (L)	1	756,5**	140,5 ^{NS}	135,2**	0,888 ^{NS}
Beneficiamento (B)	9	1265,4**	776,3**	549,8**	8,822**
L x B	9	170,0**	226,1**	63,0**	1,636**
Resíduo	60	62,2	55,0	17,8	0,274
CV (%)		12,09	9,40	4,48	5,54
Fontes de Variação	GL	EA	CE	TZ-Via	TZ-Vig
Lote (L)	1	2311,3**	25,4 ^{NS}	746,6**	1133,3**
Beneficiamento (B)	9	1268,3**	5239,7**	721,0**	1385,7**
L x B	9	310,0**	387,8 ^{NS}	350,3**	654,4**
Resíduo	60	48,15	257,5	15,3	27,2
CV (%)		9,23	22,68	4,38	7,01

Tabela 1D Resumo da análise de variância referente aos fungos associados às sementes de girassol obtidas em 10 pontos amostrais durante o beneficiamento de dois lotes da cultivar Hélio-250

Fontes de Variação	GL	----- Quadrados Médios -----		
		<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>
Lote (L)	1	64,80*	3767,51**	378,45**
Beneficiamento (B)	9	309,39**	294,90**	25,56**
L x B	9	169,38**	354,40**	22,73**
Resíduo	60	13,78	7,69	5,88
CV (%)		19,16	26,76	46,84