

**QUALIDADE DE SEMENTES ESVERDEADAS DE SOJA ARMAZENADAS EM
AMBIENTE REFRIGERADO**

Por

IARA KARINE PAULA DANTAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Outubro de 2021

QUALIDADE DE SEMENTES ESVERDEADAS DE SOJA ARMAZENADAS EM
AMBIENTE REFRIGERADO

Por

IARA KARINE PAULA DANTAS

Comitê de Orientação:

Orientador, Prof. Dr. Jacson Zuchi – IF Goiano – Campus Avançado Hidrolândia

Coorientador (a) Prof. Dr^a. Renata Pereira Marques – IF Goiano – Polo de Inovação

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

DD192q	<p>Dantas, Iara Karine Paula Dantas QUALIDADE DE SEMENTES ESVERDEADAS DE SOJA ARMAZENADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO / Iara Karine Paula Dantas Dantas; orientador <u>Jacson Zuchi</u>; <u>coorientadora Renata Pereira Marques</u>. -- Rio Verde, 2021. 54 p.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Bioenergia e Grãos) - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.</p> <p>1. <u>Glycine max</u>. 2. <u>clorofila</u>. 3. <u>deterioração</u>. 4. <u>vigor</u>. 5. <u>viabilidade</u>. I. <u>Zuchi, Jacson orient</u>. II. <u>Marques, Renata Pereira, co-orient</u>. III. Título.</p>
--------	--

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1
n°2376



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 104/2021 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

QUALIDADE DE SEMENTES ESVERDEADAS DE SOJA ARMAZENADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO

Autora: Iara Karine Paula Dantas
Orientador: Jacson Zuchi

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADA em 29 de outubro de 2021.

Dr.^a Karolyna Oliveira Marques
Avaliadora externa - Sementes
Goiás

Prof. Dr. Leonardo de Castro
Santos
Avaliador interno - IF Goiano / Polo
de Inovação

Prof. Dr. Jacson Zuchi
Presidente da Banca - IF Goiano / Campus Avançado Hidrolândia

Documento assinado eletronicamente por:

- Karolyna Oliveira Marques, Karolyna Oliveira Marques - 391210 - Analista de controle de qualidade - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 03/11/2021 09:07:49.
- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/11/2021 20:10:18.
- Jacson Zuchi, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/10/2021 22:42:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 26/10/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 323152
Código de Autenticação: 4a2c7d6f32



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC – Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: | _____ |

Nome Completo do Autor: Iara Karine Paula Dantas

Matrícula: 2019102331540098

Título do Trabalho: Qualidade de sementes esverdeadas de soja armazenadas em ambiente refrigerado

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 03/01/2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde-GO, 18 /11/2021

Local

Data

Iara Karine Paula Dantas

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Jaqueson Zucchi

Assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus pela sabedoria que me permitiu conduzir este projeto. A ele dedico todo este trabalho, pois nos momentos de incertezas e obstáculos da vida ele acreditou em mim e me fez acreditar também, que minhas forças, determinação e coragem sempre estiveram dentro de mim, me despertando para a conquista de mais um sonho.

Agradeço aos meus pais Maria Aparecida Paula dos Santos Dantas, Raimundo Pinheiro Dantas e minha irmã Najela Kamilla Paula Dantas por todo cuidado e apoio, sendo essenciais na minha vida.

Agradeço ao meu orientador Professor Dr. Jacson Zuchi pelos ensinamentos e auxílio para elaboração e condução deste trabalho. Em especial pela paciência, se mostrando um homem de valor e disposto a compreender e ajudar o próximo. Seu apoio foi essencial para conclusão deste projeto.

Agradeço ao professor Daniel Emanuel Cabral de Oliveira por todo auxílio, sempre disposto a ensinar com tamanha sabedoria.

Agradeço a Sementes Goiás e toda equipe do Laboratório de análise de sementes, por me permitirem conduzir este projeto e acreditarem nos bons frutos advindos deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano pela oportunidade em realizar o mestrado em Bioenergia e grãos, como também por ser uma instituição que acredita no desenvolvimento da pesquisa e no seu benefício para sociedade.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 Soja	8
2.2 Qualidade de Semente de Soja	9
2.3 Sementes Esverdeadas	10
2.4 Armazenamento Refrigerado de Sementes	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Armazenamento	15
3.2 Teste Físico	15
3.2.1 Massa de Mil Sementes	15
3.3 Testes Fisiológicos	16
3.3.1 Germinação	16
3.3.2 Envelhecimento Acelerado	17
3.3.3 Tetrazólio	18
3.3.4 Emergência em Areia	18
3.4 Análise Estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	40

QUALIDADE DE SEMENTES ESVERDEADAS DE SOJA ARMAZENADAS EM AMBIENTE REFRIGERADO

Por

IARA KARINE PAULA DANTAS

Sob orientação do Prof. Dr. Jacson Zuchi – IF Goiano – Campus Avançado Hidrolândia

RESUMO

A presença de sementes esverdeadas em soja reduz a qualidade de um lote, quanto mais intenso a tonalidade do verde, menor o vigor da semente. Portanto, definir as condições ideais de armazenamento da soja esverdeada é de grande relevância, é o processo que retarda a deterioração da semente mantendo sua qualidade. Objetivou-se avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de soja esverdeada de dois cultivares armazenados em ambiente refrigerado, sendo 8579RSF IPRO e ST777 IPRO produzidas na Lagoa da Confusão no estado de Tocantins. Três amostras de 500g foram segmentadas em: sementes representativas do lote original sem manipulação, sementes classificadas como amarelas e sementes esverdeadas. Estas foram armazenadas em ambiente refrigerado com temperatura de $15 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $55 \pm 5\%$. Foram realizadas as seguintes avaliações: teste de germinação, envelhecimento acelerado, tetrazólio, emergência em areia e massa de mil sementes em 0, 90 e 180 dias de armazenamento. Dessa forma, conclui-se que as sementes do cultivar de soja ST 777 IPRO apresentam maior sensibilidade à presença de pigmentos verdes, ocasionando maior redução no seu vigor e viabilidade. Sementes de soja com presença de pigmentos verdes apresentam menor

massa de mil, podendo estar relacionado também ao seu menor vigor. De modo geral, o armazenamento refrigerado por 180 dias é significativamente eficaz para manter a qualidade de sementes de soja das cultivares em estudo. Porém não apresentou influência direta na qualidade de sementes com a presença do pigmento verde, visto que já se apresentavam com baixa qualidade desde o início do experimento.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, clorofila, deterioração, vigor, viabilidade

QUALITY OF GREENED SOYBEAN SEEDS STORED IN A REFRIGERATED ENVIRONMENT

by

IARA KARINE PAULA DANTAS

Under advice of Dr. Jacson Zuchi – IF Goiano – Campus Avançado Hidrolândia

ABSTRACT

The presence of greenish seeds in soybean reduces the quality of a lot, since the more intense is the green tone, the less vigorous is the seed. Therefore, to define the ideal storage conditions for green soy is of great importance, as it is the process that delays the seed deterioration, maintaining its quality. The objective of this study was to evaluate the physical and physiological quality of green soybean seeds of two cultivars stored in a refrigerated environment, being 8579RSF IPRO and ST777 IPRO produced in Lagoa da Confusão in the state of Tocantins. Three representatives of 500g were segmented into: representatives of the original unhandled lot, seeds classified as yellow and green seeds. These were stored in a refrigerated environment with a temperature of 15 ± 2 °C and a relative humidity of $55 \pm 5\%$. The following evaluations were performed: germination test, accelerated aging, tetrazolium, emergence in sand and mass of a thousand seeds in 0, 90 and 180 days of storage. Thus, it can be concluded that, the soybean cultivar ST 777 IPRO is the most sensitive to the presence of green pigments, causing a greater reduction in their vigor and viability. Soybean seeds with the presence of green pigments have a smaller mass of one thousand, which may also be related to their lower vigor. In general, refrigerated storage for 180 days is effective to maintain the quality

of soybean seeds of the cultivars under study. However, they do not directly influence the quality of seeds with the presence of the green pigment, as they already had low quality since the beginning of the experiment.

KEYWORDS: *Glycine max*, chlorophyll, deterioration, vigor, viability.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma importante cultura agrícola no Brasil, principalmente no cerrado brasileiro, ocupando a área de 15,6 milhões de ha, que representa 90% da agricultura anual neste bioma (Carneiro Filho & Costa 2016, Contini *et al.* 2018). Constantes relatos de retenção de clorofila em sementes de soja vêm sendo identificados nas safras nesta região, fato que vem causando preocupação em toda cadeia produtiva, devido estas sementes apresentarem geralmente elevados índices de deterioração (Zorato *et al.* 2007).

Segundo França-Neto *et al.* (2005), estresses bióticos ou abióticos podem ocasionar a morte prematura ou a maturação forçada da planta, produzindo sementes esverdeadas. Dentre eles destacam, as doenças ocasionadas por patógenos, intenso ataque de insetos, manejo inapropriado e por estresses ambientais, com altas temperaturas, baixa umidade relativa, associadas a períodos de estiagens denominados veranicos, caracterizando as condições climáticas típicas do cerrado brasileiro. Este último é a hipótese que, de forma provável justifica a alteração da fisiologia das sementes nesta região (Zorato *et al.* 2007).

Isto acontece pela planta ser exposta as condições de clima quente e seco no final do processo de maturação, principalmente em R6, reduzindo a atividade da enzima clorofilase, bloqueando a degradação natural da clorofila e os cotilédones acabam apresentando vestígios do pigmento verde (Padua *et al.* 2009).

Zorato (2003) ainda relata que a incidência do verde tem relação direta com o índice de deterioração por umidade, justificando a baixa capacidade de vigor e viabilidade. Por se tratar de um dano de processo evolutivo, as perdas do potencial fisiológico da semente ocorrem ao longo do tempo.

A deterioração é um processo irreversível, não se pode impedi, mas é possível retardar sua velocidade por meio do manejo correto e eficiente das condições ambientais durante o armazenamento (Baudet 2003).

França-Neto *et al.* (2012) verificaram que sementes de soja esverdeadas que passaram pelo processo de secagem de forma lenta e com temperaturas mais amenas poderiam germinar e produzir plântulas normais, mas após alguns meses de armazenamento em condições não controladas, essas sementes perderiam sua viabilidade e tenderiam a não germinar. Dentre os fatores que se deve dar atenção durante este processo estão a temperatura e o teor de água da semente (Smaniotto *et al.* 2014).

O armazenamento refrigerado em comparação a diferentes condições, proporciona melhor conservação da qualidade fisiológica das sementes de soja, em todas as características. Verifica-se a importância de um armazenamento em condições controladas de temperatura e umidade, visto que a semente de soja é higroscópica, cotiledonar e oleaginosa, perdendo a viabilidade após atingir o ponto de maturação, de modo acelerado quando armazenada em condições desfavoráveis (Carvalho *et al.* 2012).

Portanto sugerir ferramentas de controle de qualidade é de fundamental importância em uma empresa produtora de sementes, incluindo sobretudo a qualidade no armazenamento, retardando o processo de deterioração. Visto que a constante presença de sementes de soja esverdeada nos lotes dificulta a formação de estandes recomendados para as diferentes cultivares que aumenta o descarte no processo de beneficiamento e reduz as expectativas das empresas acerca da produção anual.

São limitadas as pesquisas sobre o comportamento de sementes esverdeadas de soja em armazenamento refrigerado, justificando estudos que permitam verificar as alterações que ocorrem nestas sementes durante este processo.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes esverdeadas de soja de dois cultivares armazenadas em ambiente refrigerado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Soja

O crescimento da cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços técnicos científicos ao setor produtivo, como a mecanização e a criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões (Freitas 2011). O melhoramento genético da cultura da soja propiciou o avanço do cultivo por todo Cerrado e chegou até a região Norte do país (Schnepf *et al.* 2001).

Devido a seu potencial para ser utilizada de inúmeras formas, a soja é uma das mais importantes oleaginosas cultivadas, totalizando em uma área plantada no mundo, a cerca de, 127 milhões de ha e a produção chega aos 362,95 milhões de toneladas. O Brasil é o maior produtor e exportador global de soja, a área plantada com a cultura em 2021/22 deverá apresentar crescimento de 2,5% em comparação à safra anterior, atingindo 39,9 milhões de hectares, com expectativa de produção de 140,7 milhões de toneladas (Conab 2021).

Segundo a Embrapa (2006), a semente é o principal componente para a implantação de uma lavoura de soja e ocupa 7% do percentual no custo total de produção.

De acordo com a Associação Brasileira de Sementes e Mudas (ABRASEM) a produção nacional de sementes (Básica, C1, C2, S1 e S2) de soja foi de 8.135.516 milhões de toneladas na safra 2017/2018, com destaque para o Mato Grosso (2.586.098 milhões de toneladas) e Goiás (1.202.935 milhões de toneladas) (Abrasem 2018).

Para o Brasil, a cultura da soja tem expressiva importância socioeconômica e representa uma das principais fontes de renda no agronegócio e, por isso, constata-se que, com o passar dos anos, o nível de exigência dos produtores rurais vem crescendo em relação a otimização no uso de insumos e sementes de qualidade na lavoura (Antonini *et al.* 2018). Isso tem levado a

indústria de sementes a aprimorar constantemente para melhorar a produção e a padronização dos lotes, visando a obtenção e comercialização de sementes com alto vigor e germinação (Embrapa 2018).

2.2 Qualidade de Semente de Soja

O estabelecimento da lavoura de soja com sementes da mais alta qualidade é de fundamental importância, gerando plantas de alto vigor, que terão desempenho superior no campo, pois propiciam a germinação e a emergência de maneira rápida e uniforme, resultando na produção de plantas de alto desempenho, com potencial produtivo mais elevado, mesmo sob condições de estresses (França-Neto *et al.* 2012).

A semente possui atributos de qualidades genética, física, fisiológica e sanitária que um grão não tem, e que lhe confere a garantia de elevado desempenho agrônômico, que é a base fundamental do sucesso para uma lavoura tecnicamente bem instalada (Krzyzanowski *et al.* 2018).

A produção de sementes de soja de elevada qualidade ainda é um desafio para o setor sementeiro, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (França-Neto *et al.* 2007), o que exige rigoroso controle ao longo da cadeia produtiva, devido esta qualidade ser afetada negativamente em todas as fases do sistema de produção de sementes, envolvendo as etapas de campo, colheita, recepção, secagem, beneficiamento, armazenagem, transporte e semeadura (Olivo *et al.* 2011, França-Neto *et al.* 2016).

Portanto são necessárias tecnologias capazes de possibilitar a avaliação rápida e precisa da germinação e do vigor, viabilizando a eliminação de lotes de sementes de baixa qualidade (Amaral & Peske 1999). A qual é garantida através de padrões mínimos de germinação (viabilidade), pureza física, varietal e sanidade, exigidos por normas de produção e comercialização estabelecidas e controladas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil 2009). Outros testes complementares também são utilizados

para avaliação do vigor, como o envelhecimento acelerado e tetrazólio, sendo que este último junto com o teste de emergência em solo ou areia, podem ser empregados para avaliar periodicamente a qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento e antes da comercialização (França Neto *et al.* 2016).

A identificação de características de um lote de sementes em superar condições adversas, como seu potencial de armazenamento permite melhor uso e manejo dos mesmos (Dode *et al.* 2013).

2.3 Sementes Esverdeadas

Fatores que ocorrem em pré e pós-colheita podem levar a formação de sementes esverdeadas, como a ocorrência severa de ferrugem, causando morte prematura das plantas, aplicação de dessecantes, para antecipar a colheita, e colheita prematura seguido por secagem rápida em altas temperaturas (Gomes *et al.* 2003).

A retenção da clorofila na semente pode se dar também em função das variações climáticas no campo de produção, em alguns genótipos a clorofila é retida no tegumento da semente, mesmo quando madura (Palmer & Kilen, 1987). Segundo Bordignon *et al.* (2017) em anos com ocorrência de déficit hídrico e altas temperaturas no período de enchimento do grão, proporciona o aparecimento de sementes esverdeadas de soja.

Os níveis de clorofila presentes nas sementes parecem ser afetados igualmente pelo genótipo e pelas condições climáticas (Mcgregor 1991), visto que, nas mesmas condições de produção, tem ocorrido resposta diferencial de cultivares em relação à retenção de clorofila, no final do período de maturação.

Em processo normal para maioria das espécies a clorofila decresce no tegumento da semente, durante a maturação, ao mesmo tempo a cor muda de verde para uma cor que depende da espécie e varia com a cultivar. Esse processo é chamado degreening, importante para reduzir

a possibilidade de a clorofila produzir elétrons livres, os quais podem causar danos oxidativos (Jalink *et al.* 1999).

Quando a produção das sementes é atrelada a fatores de condições estressantes (temperaturas elevadas e déficit hídrico), antecipa o ciclo de maturação das plantas de soja na fase de translocação de fotoassimilados (maturação forçada) (França Neto *et al.* 2012). A aceleração demasiada deste processo de translocação, dificulta a degradação da clorofila, pela redução da ação das clorofilases, principalmente nos cotilédones e tegumento, deixando as sementes com coloração esverdeada, reduzindo a produtividade e o tamanho das mesmas (Rangel *et al.* 2011, Brown 2017).

Arruda *et al.* (2016), trabalhando com sementes de soja produzidas no estado do Tocantins, recomendam que lotes comerciais com índices de sementes verdes acima de 17% não devem ser utilizados para semeadura. Pois segundo Teixeira *et al.* (2020) estas sementes apresentam maior deterioração e, conseqüentemente, menor viabilidade e vigor, sendo esta redução proporcional a porcentagem de sementes com pigmentação verde nos cotilédones.

2.4 Armazenamento Refrigerado de Sementes

No armazenamento a qualidade das sementes não pode ser melhorada, porém em ambiente com temperatura e umidade relativa controlados é possível manter a qualidade fisiológica da semente, preservando a viabilidade e mantendo seu vigor até a futura semeadura (Azevedo *et al.* 2003, Ludwig *et al.* 2011, Baudet & Villela 2012). Neste sentido para reduzir ao mínimo a deterioração é necessário que, após a coleta, as sementes sejam armazenadas adequadamente, podendo assim controlar este processo, já que a deterioração não pode ser evitada, como afirmam Villela & Peres (2004).

Na literatura científica, há diversos relatos que evidenciam esta rápida redução de vigor e viabilidade de sementes de soja durante o armazenamento, principalmente em condições não

controladas. Portanto é recomendável para melhor conservação de sementes de soja o uso de temperatura do ar inferior a 18°C e umidade relativa entre 50% e 60% (Zuchi 2018).

Sendo assim o teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração do grão durante o armazenamento. Mantendo baixo o teor de água e a temperatura do grão, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados (Berbert *et al.* 2008). A qualidade no armazenamento também pode ser afetada pelo genótipo, podendo apresentar diferenças de conservação da qualidade entre cultivares de soja e pela composição química da semente, visto que em oleaginosas a deterioração é mais intensa do que nas amiláceas (Marcos Filho 2015, Rodrigues 2020).

O armazenamento da semente se inicia quando alcançam a maturidade fisiológica, pouco antes da colheita, e termina depois que estão prontas para serem semeadas. O potencial de armazenamento de um lote de sementes pode ser determinado, portanto pelo seu histórico de pré-conservação ou pelo nível de deterioração sofrido desde a maturação em campo até o fim do armazenamento, sugerindo que a longevidade das sementes pode ser reduzida principalmente quando a qualidade inicial é baixa (Baudet & Villela 2012).

Podendo ser uma explicação plausível, para o fato de que sementes esverdeadas apresentam baixa longevidade, geralmente pelos elevados índices de deterioração da semente. Fato este comprovado por Zorato *et al.* (2007), os quais definiram que sementes esverdeadas armazenadas em condições de armazém convencional, não refrigerado, após um período de quatro a cinco meses, praticamente não germinarão, apresentando menor potencial de armazenabilidade.

No entanto Borrman *et al* (2009) verificaram em seus estudos que nas sementes de soja esverdeadas há transformação não enzimática de clorofilas em feofitinas (pigmentos verdes-acastanhado), e após 20 meses de armazenamento quase todos os pigmentos verdes desaparecem, exceto em sementes de menor tamanho (relacionado ao estresse hídrico). Os

autores atrelam isto à atividade residual de enzimas. Porém não há evidências quanto a relação dessa despigmentação com a qualidade da semente, fator este mais importante.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de análise de sementes da empresa Sementes Goiás Ltda, localizada em Rio Verde Goiás 17°44'52"S 50°57'13"W. Foram utilizadas sementes de duas cultivares de soja: 8579RSF IPRO e ST 777 IPRO, ambas de crescimento indeterminado e com ampla região de adaptação, produzidas na safra 2018/2019, oriundas de diferentes campos de produção na Lagoa da Confusão no estado de Tocantins.

As sementes colhidas em agosto de 2019 foram submetidas ao processo de pré-limpeza, passando por uma série de peneiras planas com diferentes perfurações, retirando parte das impurezas físicas do produto, favorecendo o processo de seleção das amostras.

Para realização do experimento foram utilizadas três amostras de 500g de cada cultivar, quantidade definida como amostra de trabalho pela Regra de análise de sementes, sendo estas segmentadas com auxílio de uma lupa (Fig. 1) conforme a seguinte ordem: sementes representativas do lote original sem manipulação, sementes retiradas do lote original classificadas como amarelas (ausência de pigmentos verdes) e sementes esverdeadas (presença de pigmentos verdes), considerando toda e qualquer nuance do pigmento clorofila nos cotilédones. Estas amostras de sementes apresentaram teor de água inicial de 8,6% determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, adaptado de acordo com Brasil (2009).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 cultivares x 3 classes de sementes x 3 períodos de armazenamento), com 4 repetições.



Figura 1: Sementes de soja sendo selecionadas conforme a pigmentação do tegumento e cotilédone.

3.1. Armazenamento

As amostras de cada segmento e cultivar foram armazenadas em embalagem de papel multifoliado, em ambiente refrigerado com temperatura de 15 ± 2 °C e umidade relativa de 55 ± 5 % monitorados pelo termo-higrômetro ($\pm 0,2$ de variação), por um período de 6 meses. As avaliações foram realizadas a 0, 90 e 180 dias de armazenamento, segundo os seguintes testes:

3.2. Teste Físico

3.2.1. Massa de Mil Sementes

Realizada conforme adaptação de instruções de Brasil (2009), em que oito repetições de 100 sementes por tratamento foram contadas com auxílio de um contador (Fig. 2) e suas massas determinadas; os resultados foram expressos em gramas.



Figura 2: Determinação da massa de mil sementes com auxílio de contador e balança analítica.

3.3. Testes Fisiológicos

Para realização dos testes fisiológicos as sementes foram tratadas com fungicida Derosal Plus, diluído em água na proporção de 1/1, exceto para o teste de tetrazólio. Todas as amostras foram submetidas inicialmente ao processo de pré condicionamento, que consiste em condicionar as sementes em gerbox contendo 40 mL de água destilada, permanecendo em estufa BOD em temperatura de 25 ± 1 °C por 16 horas (Fig. 3), evitando danos de embebição, pela à baixa umidade inicial da semente.



Figura 3: Sementes de soja sendo pré-condicionadas em caixas gerbox e condicionadas em estufa BOD antes da realização dos testes fisiológicos.

3.3.1. Germinação

Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes as quais foram semeadas em folha de papel germitest (Fig. 4B) umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco (Fig. 4A), formando os rolos, os quais foram colocados em caixas plásticas (Fig. 4C) e mantidos em germinador de sala com temperatura constante de 25 ± 2 °C (Fig. 4D). As avaliações foram efetuadas no quinto dia após instalação e o resultado foi expresso em

percentagem de plântulas normais, conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil 2009).

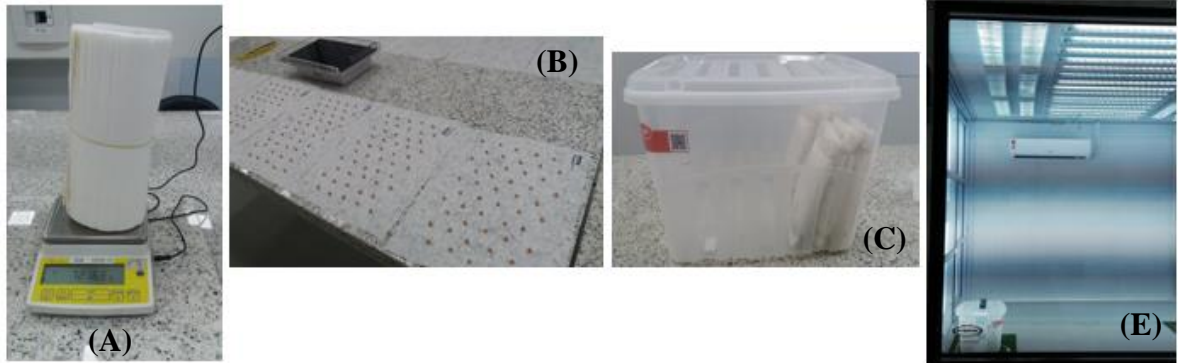


Figura 4: (A) Pesagem do papel germitest, (B) plantio das sementes com auxílio de contador de 50 furos, (C) Rolos formados após o plantio e colocados em caixa plástica, (E) germinador de sala com temperatura e luminosidade controlados.

Estas plântulas normais foram classificadas em vigorosas (≥ 15 cm de comprimento), intermediárias (> 8 cm e < 15 cm de comprimento) e fracas (≤ 8 cm de comprimento) de acordo com Nakagawa (1999) e adaptações realizadas pelo laboratório de análise de sementes da Sementes Goiás.



Figura 5: Classificação de plântulas pelo tamanho em vigorosas, intermediárias e fracas.

3.3.2. Envelhecimento Acelerado

Quatro repetições de cinquenta sementes passaram pelo processo de envelhecimento, que foram condicionadas em estufa BOD em temperatura de 41 ± 1 °C, por 48 horas (AOSA 2009).

Após esse período as sementes de cada tratamento foram distribuídas em papel germitest umedecido 2,5 vezes a massa seca do papel e mantidas em germinador de sala a 25 °C por 5 dias, quando se realizou a leitura do teste.

3.3.3. Tetrazólio

As análises foram realizadas em quatro repetições de 50 sementes cada. O processo de pré umedecimento consiste em colocar as sementes pré condicionadas em papel germitest pelo período de 16 horas a 25 °C. Após, estas foram despejadas em copos plásticos, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio com concentração de 0,075% e levadas para estufa a uma temperatura de 40 °C por 150 minutos. Após a coloração, as amostras foram retiradas da estufa e as sementes lavadas em água corrente (Fig. 6A). A avaliação do vigor assim como os principais danos fisiológicos, foram realizados de acordo com critérios de França Neto & Krzyzanowski (2018). Na leitura do teste cada semente foi classificada por meio das oito classes de vigor de acordo com os tipos de danos analisados, dano mecânico, dano por umidade e dano por percevejo, levando em consideração sua localização na semente (Fig. 6B).

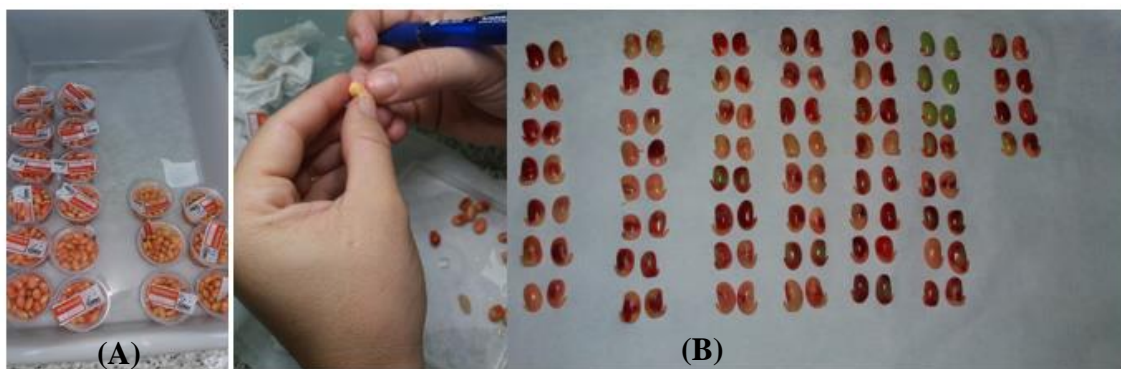


Figura 6: (A) Sementes coloridas com solução de tetrazólio, (B) Leitura e classificação das sementes em classes de vigor de acordo com dano.

3.3.4. Emergência em Areia

Quatro repetições de 50 sementes foram dispostas em canteiros de areia, com auxílio de contador de 100 furos (Fig. 7A). As contagens foram realizadas no 6° (Fig. 7B) e 12° (Fig. 7C)

dia após a semeadura registrado o número total de plântulas emergidas de acordo com Brasil (2009).

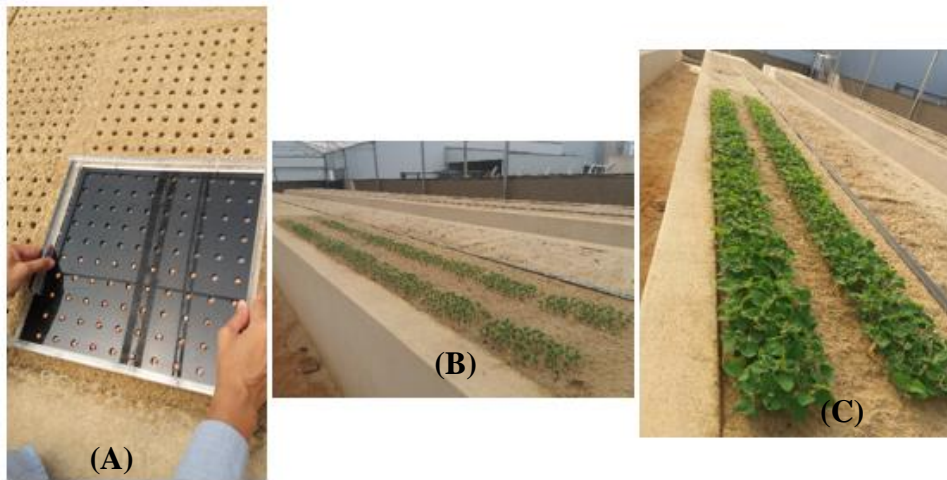


Figura 7: (A) Semeadura da semente em canteiro de areia com auxílio de contador, (B) Leitura da emergência de plântula com 6 dias após o plantio, (C) Leitura da emergência de plântula com 12 dias após o plantio.

3.4. Análise Estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância, seguida o teste de comparação de média (Teste de Tukey $p < 0,05$), utilizando o software SISVAR (Ferreira 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Resumo do quadro da análise de variância de sementes das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (ORI) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

FV	GL	Quadrados Médios									
		Ger	Vigorosa	Int	Fraca	EA	EC – 6	EC – 12	TZ – V	TZ – VIA	PMS
Trat	5	6178,3**	5227,3**	1081,5**	1630,7**	13439,7**	4528,0**	4064,2**	12235,9**	10821,7**	10451,4**
Resíduo 1	18	30,5	45,17	31,6	20,4	25,3	25,2	19,5	123,6	125,5	361,8
Ep	2	357,4**	1212,9**	682,2**	77,9 ^{ns}	180,5*	200,4**	93,1**	93,2 ^{ns}	220,2*	421,0 ^{ns}
Trat x Ep	10	240,7**	125,41 ^{ns}	65,8 ^{ns}	93,1*	86,4*	76,9**	63,5**	34,4 ^{ns}	85,3 ^{ns}	346,8 ^{ns}
Resíduo 2	36	16,5	83,2	75,5	42,2	39,5	13,5	13,5	70,7	63,2	346,2
CV 1		6,7	13,37	16,0	30,96	7,17	5,74	4,97	15,05	14,61	11,81
CV 2		4,93	18,14	24,73	44,52	8,96	4,21	4,14	11,39	10,37	11,55
Média		82,4	50,3	35,1	14,6	70,2	87,4	88,7	73,8	76,7	161,1

ns não significativo; ** e * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade segundo teste F

Sementes com presença de pigmentos verdes (PPV) apresentaram reduções significativas na germinação ao longo do período de armazenamento em comparação as demais classes (Tabela 2), indicando que a presença de clorofila reduz a longevidade, período que uma semente pode permanecer viável, quando armazenadas em condições ambientais favoráveis Bewley *et al.* (2013). Diversos estudos mencionam que o pigmento verde na semente afeta diretamente a qualidade, reduzindo consideravelmente a capacidade de armazenamento, entretanto, os efeitos da relação da retenção de clorofila e a longevidade ainda não foram totalmente elucidadas (Pádua 2007, Lima *et al.* 2017, Luccas 2018).

Estas sementes foram selecionadas com nuances verdes em diversas regiões dos cotilédones e com diferentes intensidades do pigmento, indicando possivelmente que as sementes esverdeadas do cultivar 8579 RSF IPRO, utilizadas em 0 dias de armazenamento, apresentaram maior quantidade de sementes com tonalidades menos intensas do verde, do que as utilizadas aos 90 dias de armazenamento, pois segundo Zorato (2003) quanto mais elevado for o índice de sementes esverdeadas e quanto maior a intensidade da tonalidade do verde, maior

o impacto do pigmento sobre a qualidade da semente. Justificando, portanto, o aumento no percentual germinação aos 90 dias armazenadas.

A germinação das sementes com presença de pigmentos verdes (PPV) do cultivar ST 777 IPRO foi 23 pontos percentuais (pp) menor que a cultivar 8579 RSF IPRO, no início do armazenamento, e esta diferença aumentou aos 90 dias (43 pp) e 180 dias (41 pp) (Tabela 2). Isto demonstra sensibilidade diferencial de deterioração das sementes esverdeadas dos cultivares durante o armazenamento. Característica detectada por Pereira Neto (2016), o qual verificou que sementes de diferentes cultivares, conservadas sob as mesmas condições de temperatura e umidade, apresentam respostas distintas quanto à perda da sua viabilidade.

Por outro lado, a germinação das sementes do lote original (LOR) e das sementes com ausência de pigmentos verdes (APV) foi superior a 90% durante o armazenamento. Segundo Pádua *et al.* (2007) índices de até 3% de sementes esverdeadas, em lotes de sementes de soja, não propiciaram reduções na germinação, na viabilidade e no vigor. Já Níveis superiores a 9% de sementes esverdeadas comprometeram a qualidade de lotes de sementes, por seus efeitos significativos na redução do potencial fisiológico. Ressaltando que neste experimento não se definiu a porcentagem de sementes esverdeadas no lote original, no entanto pressupõe que estes teores foram inferiores aos índices que comprometem sua qualidade, conforme mencionado na literatura.

Tabela 2. Percentual de germinação de sementes das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (LOR) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Cultivar-Classe	Armazenamento (dias)		
	0	90	180
8579 RSF IPRO APV	98 aA	94 abA	95 aA
8579 RSF IPRO PPV	76 bB	85 bA	63 bC
8579 RSF IPRO LOR	91 aA	91 abA	95 aA
ST 777 IPRO APV	96 aA	95 aA	97 aA
ST 777 IPRO PPV	53 cA	42 cB	22 cC
ST 777 IPRO LOR	97 aA	94 abA	95 aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, a 5% de significância.

As sementes do cultivar ST 777 IPRO com APV e do LOR apresentaram em média, durante o armazenamento, mais que 70% de plântulas normais vigorosas (PNV), enquanto no cultivar 8579 RSF IPRO estes percentuais foram, aproximadamente, 50% (Tabela 3). Contudo, nas sementes do cultivar ST 777 IPRO com PPV este percentual foi o menor (22,32%), sugerindo a predisposição genética para a deterioração mais acelerada das sementes com PPV neste cultivar.

Tabela 3. Percentual de plântulas normais vigorosas (PNV) das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (LOR) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Tratamento	Armazenamento (dias)			Média
	0	90	180	
8579 RSF IPRO APV	53	53	54	53 b
8579 RSF IPRO PPV	42	36	19	32 c
8579 RSF IPRO LOR	52	49	39	47 b
ST 777 IPRO APV	79	77	67	74 a
ST 777 IPRO PPV	37	21	9	22 d
ST 777 IPRO LOR	73	77	65	72 a
Média	56 a	52 a	42 b	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si, a 5% de significância.

O percentual de PNV foi em média menor aos 180 dias de armazenamento, sendo que a diferença, em relação aos 90 e zero dias de armazenamento, foi de 10 e 14 pp, respectivamente (Tabela 3). Consequentemente o percentual de PNI foi em média maior aos 180 dias de armazenamento, sendo que a diferença em relação aos 90 e zero dias de armazenamento, foi de 8 e 10 pp, respectivamente (Tabela 4). Mostrando que no decorrer do armazenamento, mesmo em condições controladas, a semente pode reduzir sua qualidade fisiológica, devido ao envelhecimento da semente (deterioração que causa a queda gradativa da viabilidade e/ou do vigor) ser um fenômeno natural, havendo a redução significativa na quantidade de plântulas vigorosas (Marcos-Filho, 2015).

As sementes dos cultivares ST 777 IPRO e 8579 RSF IPRO com PPV apresentaram em média, durante o armazenamento, maior percentual de plântulas normais intermediárias (PNI)

(Tabela 4). O percentual de PNI nas sementes da cultivar ST 777 IPRO com APV e do LOR foi em média, durante o armazenamento, menor que o da cultivar 8579 RSF IPRO, reforçando a hipótese de que este cultivar apresenta melhor desempenho fisiológico das sementes, quando há ausência de pigmentos verdes nestas.

Tabela 4. Percentual de plântulas normais intermediárias (PNI) das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (LOR) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Cultivar-Classe	Armazenamento (dias)			Média
	0	90	180	
8579 RSF IPRO APV	35	35	37	36 b
8579 RSF IPRO PPV	34	47	52	43 c
8579 RSF IPRO LOR	34	34	47	38 bc
ST 777 IPRO APV	17	20	30	23 a
ST 777 IPRO PPV	41	47	48	45 c
ST 777 IPRO LOR	24	17	32	25 a
Média	31 a	33 a	41 b	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si, a 5% de significância.

O percentual de PNF nas sementes com PPV foi maior em ambos os cultivares nos 3 períodos de armazenamento, devido a menor qualidade fisiológica da semente., contudo no cultivar ST 777 IPRO este percentual foi mais elevado aos 90 e 180 dias de armazenamento (31 e 43%, respectivamente) (Tabela 5).

Este aumento no percentual de plântulas normais intermediárias e fracas em sementes com a presença do pigmento verde, também foi identificado por Zorato *et al.* (2007) que observaram visualmente, prejuízo no desenvolvimento de plântulas oriundas de sementes com maior porcentagem de pigmentação verde, demonstrando desuniformidade quanto ao desempenho referente ao tamanho de plântula e formação do sistema radicular. Sendo que as sementes amarelas originaram plântulas que se caracterizaram, por sistemas radiculares mais desenvolvidos e crescimento homogêneo, indicando que plântulas de maior comprimento são oriundas de lote de maior vigor, em razão dessas plântulas serem mais hábeis na utilização de material de reserva existente nos cotilédones. Sementes com cotilédones esverdeados podem

sofrer efeitos deletérios causados por deterioração advinda da não-degradação de cloropigmentos.

Tabela 5. Percentual de plântulas normais fracas (PNF) das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (LOR) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Cultivar-Classe	Armazenamento (dias)		
	0	90	180
8579 RSF IPRO APV	11 abA	12 abcA	9 aA
8579 RSF IPRO PPV	24 bA	19 cdA	29 bA
8579 RSF IPRO LOR	13 abA	17 bcA	14 aA
ST 777 IPRO APV	4 aA	2 aA	2 aA
ST 777 IPRO PPV	22 bA	31 dAB	43 bB
ST 777 IPRO LOR	3 aA	5 abA	2 aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, a 5% de significância.

O percentual de germinação no teste de envelhecimento acelerado (GEA) foi menor nos tratamentos em que as sementes apresentavam presença do pigmento verde em ambas as cultivares, caracterizando como sementes de baixo vigor. Mendonça *et al.* (2000) verificou que sementes de menor qualidade se deterioram de forma mais rápida do que as mais vigorosas, quando expostas às condições adversas de alta temperatura e umidade relativa no teste de envelhecimento acelerado.

Em relação as cultivares, a ST 777 IPRO com PPV nos 3 períodos de armazenamento, atingiu valores inferiores a 11% (Tabela 6), com menor percentual de germinação no referido teste, reforçando a hipótese de maior sensibilidade deste cultivar à presença de pigmentos verdes nas sementes. Nas sementes da cultivar 8579 RSF IPRO com PPV e do LOR o percentual de GEA reduziu durante o armazenamento, sendo 17 e 11 pp inferior aos 90 dias, respectivamente.

Tabela 6. Percentual de germinação no teste de envelhecimento acelerado (GEA) de sementes das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (LOR) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Tratamento	Armazenamento (dias)		
	0	90	180

	0	90	180
8579 RSF IPRO APV	92 aA	93 aA	91 aA
8579 RSF IPRO PPV	67 bA	49 cB	51 bB
8579 RSF IPRO LOR	90 aA	79 bB	83 aAB
ST 777 IPRO APV	94 aA	92 abA	88 aA
ST 777 IPRO PPV	7 cA	5 dA	11 cA
ST 777 IPRO LOR	88 aA	92 abA	86 aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, a 5% de significância.

O percentual de plântulas normais em primeira contagem de emergência (PCE) foi o menor nas sementes do cultivar ST 777 IPRO com PPV nos 3 períodos de armazenamento (Tabela 7). No comparativo entre as sementes da cultivar 8579 RSF IPRO com APV e PPV, percebe-se diferença superior a 10 pp durante o armazenamento, contudo na cultivar ST 777 IPRO esta diferença foi maior que 40 pp, entre as sementes com APV e PPV, sugerindo novamente a possível existência de um diferencial genético de sensibilidade à deterioração nas sementes entre estes cultivares. Este tipo de informação poderá ser útil para os programas de manejo de pós-colheita em empresas produtoras de sementes de soja.

Tabela 7. Percentual de plântulas normais em primeira contagem de emergência (PCE) de sementes das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (LOR) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Tratamento	Armazenamento (dias)		
	0	90	180
8579 RSF IPRO APV	99 aA	99 aA	96 aA
8579 RSF IPRO PPV	89 bA	80 bB	84 bAB
8579 RSF IPRO LOR	96 abA	94 aA	97 aA
ST 777 IPRO APV	99 aA	97 aA	98 aA
ST 777 IPRO PPV	55 cA	36 cB	55 cA
ST 777 IPRO LOR	99 aA	97 aA	97 aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, a 5% de significância.

Neste mesmo sentido, resultados semelhantes ao percentual de plântulas normais em PCE podem ser constatados na SCE, em que as sementes da cultivar ST 777 IPRO com PPV apresentaram o menor valor (56% aos zero e 180 dias de armazenamento) (Tabela 8). Nas sementes do cultivar 8579 RSF IPRO com PPV foi observado redução do percentual de

plântulas normais na SCE, porém não significativamente. Isto denota que a PPV nas sementes do cultivar ST 777 IPRO afetam tanto o vigor como a viabilidade destas. Estes dados são considerados importantes porque o teste de emergência em areia acredita-se simular as condições mais próximas da realidade do campo, local que representa o destino final das sementes, além da redução de período para respostas da qualidade (Zorato *et al.* 2007).

Tabela 8. Percentual de plântulas normais em segunda contagem de emergência (SCE) de sementes das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (ORI) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Tratamento	Armazenamento (dias)		
	0	90	180
8579 RSF IPRO APV	99 aA	98 aA	97 aA
8579 RSF IPRO PPV	91 aA	87 bA	86 bA
8579 RSF IPRO LOR	96 aA	95 abA	98 aA
ST 777 IPRO APV	99 aA	99 aA	99 aA
ST 777 IPRO PPV	56 bA	41 cB	58 cA
ST 777 IPRO LOR	99 aA	98 aA	97 aA

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, a 5% de significância.

O percentual de vigor do teste de tetrazólio (TZ) nas sementes com PPV da cultivar ST 777 IPRO foi em média o menor durante o armazenamento (24%), sendo que nestas sementes da cultivar 8579 RSF IPRO este percentual foi de 43% (Tabela 9). Isto denota que o impacto da PPV no vigor das sementes da cultivar ST 777 IPRO é maior, sugerindo que o manejo pós-colheita para as sementes desta cultivar deve ser mais cuidadoso.

Tabela 9. Percentual de vigor no teste de tetrazólio (TZ) de sementes das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (LOR) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Tratamento	Armazenamento (dias)			Média
	0	90	180	
8579 RSF IPRO APV	95	95	96	96 a
8579 RSF IPRO PPV	50	40	37	42 b
8579 RSF IPRO LOR	93	94	93	93 a
ST 777 IPRO APV	95	96	94	95 a
ST 777 IPRO PPV	28	24	20	24 c
ST 777 IPRO LOR	92	93	90	92 a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de significância.

Efeitos similares ao vigor foram constatados no percentual de viabilidade do TZ nas sementes com PPV dos cultivares ST 777 IPRO e 8579 RSF IPRO (Tabela 10). Em média, durante o armazenamento, o percentual de viabilidade foi menor aos 180 dias.

Esta redução no vigor das sementes com PPV e da viabilidade no decorrer do armazenamento pode ser justificada segundo estudos realizados por França-Neto *et al.* (2005) e Zorato (2001) que verificaram a relação do índices de deterioração por umidade à incidência de sementes verdes e/ou esverdeadas, apresentando indicativo de altos percentuais de deterioração por umidade categorizado na subclasse DU 4-5, a qual fornece subsídios quanto ao potencial de armazenagem ou mesmo redução do potencial fisiológico no momento da sementeira. Com a manifestação de um dano de processo evolutivo, é possível justificar a redução da qualidade, principalmente de vigor, com o passar do tempo.

Barbosa *et al.* (2010) também verificaram a perda de vigor nas sementes de soja durante os seis meses de armazenamento com temperatura de 23 °C e umidade relativa do ar de 60%.

Tabela 10. Percentual de viabilidade no teste de tetrazólio de sementes das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (ORI) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Tratamento	Armazenamento (dias)			Média
	0	90	180	
8579 RSF IPRO APV	96	96	98	97 a
8579 RSF IPRO PPV	51	50	37	46 b
8579 RSF IPRO LOR	93	94	94	94 a
ST 777 IPRO APV	98	99	97	98 a
ST 777 IPRO PPV	29	40	21	30 c
ST 777 IPRO LOR	96	95	91	94 a
Média	77 ab	79 a	73 b	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e nas linhas não diferem entre si, a 5% de significância.

A massa de mil sementes de ambos os cultivares foi menor na classe com PPV (Tabela 11). Na cultivar ST 777 IPRO as sementes com PPV apresentaram diferença de,

aproximadamente, 8 gramas para com as outras classes. De forma similar, houve diferença superior a 30 gramas na massa de mil sementes da cultivar 8579 RSF IPRO da classe com PPV, em relação às demais.

Analisando os resultados obtidos é possível verificar redução na densidade de sementes que apresentam o pigmento verde com as demais classes, dentro da mesma cultivar. Isto pode ser explicado por Jalink *et al.* (1998) e Zorato *et al.* (2007), verificaram que a clorofila possui elo, além do aspecto fisiológico, também com o aspecto físico das sementes. Em que as amostras com baixo sinal de fluorescência apresentaram maior massa e apontaram as explicações de que as sementes ganharam massa durante a última fase do processo de maturação, ou as sementes de maior massa degradam a clorofila de forma mais efetiva, ou ainda, as sementes de baixo sinal de fluorescência estavam mais velhas na planta e tiveram desenvolvimento sob condições mais favoráveis, relacionando-se com o vigor.

Este dado obtido, está estreitamente ligado também ao tamanho das sementes e pode ser importante fonte de informação para que sementeiras criem estratégias para redução de sementes esverdeadas em lotes de soja, as quais comprometem a qualidade, para fins comerciais.

Em estudo França Neto *et al.* (2005) verificaram que a estratificação de semente de soja por tamanho favorece a concentração de semente esverdeada nas peneiras de menor calibre: semente de soja da cv. MG/BR 46 (Conquista) com índice médio de semente esverdeada de 13%, após classificação em quatro tamanhos em peneiras de furo redondo de 6.0, 65.5, 7.0, 7.5, apresentaram respectivamente 19% , 11%, 7%, 5% de semente verde, evidenciando que um maior porcentual de semente esverdeada se concentra nos calibres menores de semente, que poderão ser descartados.

Os mesmos autores observaram também que o uso da mesa de gravidade não foi eficaz na remoção de semente esverdeada dos lotes de semente. Em contrapartida a separadora em espiral

se mostrou um importante auxiliar na remoção de sementes esverdeadas, uma vez que muitas dessas se apresentam deformadas ou alongadas. Outro método com resultado positivo foi a utilização de máquinas que realizam a separação de semente por diferenças de coloração, no entanto, há considerável aumento do descarte, pois as sementes esverdeadas, apesar de se concentrarem nos calibres menores, encontram-se em todos os tamanhos de peneiras. Além de que a capacidade de produção varia de 60 a 300 Kg.h⁻¹ a um custo alto.

Portanto estudos que permitam obter informações para o manejo correto de sementes esverdeadas, durante todas as etapas de produção é de fundamental importância.

Tabela 11. Massa de mil sementes (g) das cultivares de soja 8579 RSF IPRO e ST 777 IPRO classificadas de acordo com a ausência (APV) e presença (PPV) de pigmentos verdes no tegumento das sementes do lote original (LOR) aos zero, 90 e 180 dias de armazenamento em ambiente refrigerado

Tratamento	Armazenamento (dias)			Média
	0	90	180	
8579 RSF IPRO APV	201,14	197,41	193,96	197,51 a
8579 RSF IPRO PPV	179,48	137,14	171,65	162,76 b
8579 RSF IPRO LOR	197,9	197,50	192,44	195,95 a
ST 777 IPRO APV	140,23	139,97	139,39	139,87 ab
ST 777 IPRO PPV	134,67	130,69	128,92	131,43 c
ST 777 IPRO LOR	138,82	139,30	139,37	139,17 ab

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de significância.

5. CONCLUSÃO

O armazenamento refrigerado por 180 dias é significativamente eficaz para manter a qualidade de sementes de soja das cultivares em estudo.

O armazenamento em condição controlada, não causa interferência direta na qualidade de sementes com a presença do pigmento verde, visto que já se apresentavam baixa qualidade desde o início do experimento.

As sementes do cultivar de soja ST 777 IPRO apresentam maior sensibilidade à presença de pigmentos verdes, ocasionando maior redução no seu vigor e viabilidade.

Sementes de soja com presença de pigmentos verdes apresentam menor massa de mil, o que pode estar relacionado ao seu menor vigor.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos neste estudo, pode-se enfatizar que há diferentes respostas quanto a deterioração das sementes esverdeadas durante o armazenamento entre cultivares, podendo ser mais sensível a este processo de deterioração ao longo do tempo, a exemplo do cultivar ST 777 IPRO em teste neste experimento.

Foi possível identificar também, através do teste de tetrazólio, que o vigor de sementes com ausência do pigmento verde e lote original de ambas cultivares em estudo, não diferiram entre si, demonstrando que a baixa qualidade das sementes nas classes com presença do pigmento verde, se deve exclusivamente a presença do pigmento. Pode-se verificar também que apesar de não haver controle da porcentagem de sementes esverdeadas no lote original, isto não interferiu no resultado, porém pressupõe-se que esta quantidade não passou de 10%, conforme estudos citados a cima.

Em relação ao tratamento com presença do pigmento verde, verificou-se, superioridade no vigor do cultivar 8579 RSF IPRO em relação ao ST 777 IPRO. Este fato permitirá que sementeiras tenha mais rigorosidade durante o beneficiamento com lotes deste último cultivar, quando apresentarem sementes esverdeadas, podendo obter menor aproveitamento deles, visando lotes com sementes de melhor qualidade. A continuidade deste estudo será importante para determinar qual a porcentagem exata de sementes esverdeadas presentes nos lotes desta cultivar mais sensível, que não causará impacto no seu vigor, podendo até mesmo apresentarem valores inferiores ao que consta na literatura.

Portanto, um estudo mais específico para outras cultivares comerciais seria essencial, evitando por vezes excessivos descartes e auxiliando no correto processo de beneficiamento de lotes com presença de sementes esverdeadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrasem. 2018. Associação Brasileira dos Produtores de Sementes. <http://www.abrasem.com.br>. Acesso em 10 de outubro de 2020.

Amaral, A. dos S. & S. T. Peske. 1999. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. Pelotas/RS.

Antonini, R.C., R.P. Bortolotto, J.F. Zamberlan, D. Dalla Nora, M.P.B. Pasini & J.E. Fiorin. 2018. Adoção e uso da agricultura de precisão na região das missões do Rio Grande do Sul. *Holos*. 4:106-121.

Aosa. 2009. Seed Vigor Testing Handbook. New York, Association of Official Seed Analysts, 341p.

Arruda, M.H.M., G.E. Meneghello, J.F. Vieira & G.I. Gadotti. 2016. Qualidade fisiológica de lotes de sementes de soja com diferentes percentuais de sementes esverdeadas. *Magistra*. 28:194-200.

Azevedo, M.R.Q., J.P.G. Gouveia, D.M.M. Trovão & V.P. Queiroga. 2003. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 7:519-524.

Barbosa, C. Z. dos R., O. J. Smiderle, J. M. A. Alves, A. A. Vilarinho & T. Sedyama. 2010. Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento. *Revista Ciência Agronômica*. 41:73-80.

Baudet, L. 2003. Armazenamento de Sementes. In: S.T. Peske, M.D. Rosenthal & G.M. Rota. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Gráfica Universitária-UFPel, Pelotas. 369-418.

Baudet, L. M. & F. A. Villela. 2012. Armazenamento de sementes, In: S. T. Peske, F. A. Villela, G. E. Meneghello. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Ed. Universitária/UFPel, Pelotas.481-528.

Berbert, P. A., J. S. Silva & A. D. L. Rufato. 2008. Afonso. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J. S. (Ed) Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil. 63-107.

Bewley J. D., K. Bradford, H. Hilhorst & H. Nonogaki. 2013. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. Ed 3, New York: Springer,408 p.

Bordignon, B.C.S., V.V. Vânius, B. Flávio & S.P. Eduardo. 2017. Percentual de sementes esverdeadas e sua influência na qualidade fisiológica de doze cultivares de soja. Perspectiva. Erechim. 41:25-33.

Borrmann, D., R.M. Junqueira, P. Sinnecker, M.S.O. Gomes, I.A. Castro & U.M.L. Marquez. 2009. Chemical and biochemical characterization of soybean produced under drought stress. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 29:676-681.

Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS,399 p.

Brown, C. 2017. Green seed, agronomy Guide for Field Crops. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

Carneiro Filho, A. & K. Costa. 2016. A expansão da soja no Cerrado Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável. Agroicone. São Paulo.

Carvalho, T.C., S.S. Silva, R.C. Silva & M. Panobianco. 2012. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. *Ciência Rural*. 42:1366-1371.

Conab. 2021. Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos - Safra 2021/22 – Primeiro levantamento, Outubro 2021.60-70p.

Contini, E., D. Gazzoni, A. Aragão, M. Mota & R. Marra. 2018. Série desafios do agronegócio brasileiro (NT1)Parte 1: Complexo soja- Caracterização e desafios tecnológicos. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/931310/sustentabilidade-da-soja-no-brasil>. Acesso em 01 de outubro de 2021.

Dode, J. S., G. E. Meneghello, F. C. Timm, D. M. Moraes & S. T. Peske. 2013. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. *Ciência Rural*. 43:193-198, 2013.

EMBRAPA. 2006. Ata da XXVIII reunião de pesquisa de soja da Região Central do Brasil. Londrina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 200p.

EMBRAPA. 2018. Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 212p.

Ferreira, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*. 35:1039-1042.

França Neto, J.B., G.P. Pádua, M.M.L. Carvalho, O. Costa, P.S.R. Brumatti, F.C. Krzyzanowski, N.P. Costa, A.A. Henning & D.P. Sanches. 2005. Sementes esverdeadas de soja e sua qualidade fisiológica. Londrina, Embrapa Soja. 8p. (Circular Técnica 38).

França Neto, J.B., F.C. Krzyzanowski, G.P. Pádua, N.P. Costa & A.A. Henning. 2007. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina, Embrapa Soja.12p. (Circular Técnica 40).

França Neto, J.B., G.P. Pádua, F.C. Krzyzanowski, M.M.L. Carvalho, A.A. Henning, & I. Lorini. 2012. Semente Esverdeada de Soja: Causas e Efeitos Sobre o Desempenho Fisiológico – Série Sementes. Londrina, Embrapa Soja. (Circular Técnica 91).

França-Neto, J.B., F.C. Kkrzyzanowski, A.A. Henning, G.P. Pádua, I. Lorini & F.A. Henning. 2016.Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade. Londrina, Embrapa Soja. (Documento 380).

França Neto, J.B. & F.C. Krzyzanowski. 2018. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina, Embrapa Soja. 109P. (Documentos 406).

Freitas, M.C.M. 2011. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer.7:12.

Gomes, M.S.O., P. Sinnecker, R.T.Tanaka & U.M. Lanfer-Marquez. 2003. Effect of harvesting and drying conditions on chlorophyll levels of soybean (*Glycine max* L. Merr). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51:1634-1639.

Jalink, H., R. Van Der Schoor, A. Frandas & J.G. Van Pijlen. 1998. Chlorophyll fluorescence of *Brassica oleracea* seeds as a non-destructive marker for seed maturity and seed performance. Seed Science Research. 8:437-443.

Jalink, H., R. Van Der Schoor, Y.E. Birnbaum & R.J. 1999.Bino, Seed chlorophyll content as an indicator for seed maturity and seed quality. Acta Horticulturae. 504:219-228.

Krzyzanowski, F.C., J.B. França Neto & A.A. Henning, 2018. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Londrina, Embrapa Soja. 24p. (Circular Técnica 136).

Lima, J. J. P., J. Buitink, D. Lalanne, R.F. Rossi, S. Pelletier, E.A.A. da Silva & O. Leprince. 2017. Molecular characterization of the acquisition of longevity during seed maturation in soybean. PLoS ONE. 12:1–25.

Luccas, D. A. 2018. Caracterização fisiológica, bioquímica e molecular em sementes de soja (*glycine max* (l.) merr.) com retenção de clorofila. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP.

Ludwig, M.P., O.A. Lucca Filho, L. Baudet, L.M.C. Dutra, S.A.G. Avelar & R.L. Crizel. 2011. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. Revista Brasileira de Sementes. 33:395-406.

Marcos Filho, J. 2015. Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. Londrina, Abrates, 660p.

Marcos Filho, J. 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. Scientia Agricola. 72:363-374.

Mcgregor, D.I. 1991. Influence of environment and genotype on rapeseed/canola seed chlorophyll content. Seed Science and Technology. 19:107-116.

Mendonça, E.A.F., N.P. Ramos, S.A. Fessel & R. Sader. 2000. Teste de deterioração controlada em sementes de brócoli (*Brassica oleraceae* L.). Revista Brasileira de Sementes. 22:280-287.

Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F.C., R.D. Vieira & J.B. França Neto. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. ABRATES. p.2.24.

Olivo, F., L.M. Tunes, M. Olivo, I. Bertan & P. Peske. 2011. Espessura do tegumento e qualidade física e fisiológica de sementes de feijão. *Revista Verde*.6:89 – 88.

Pádua, G.P., J.B. França-Neto, M.L.M. Carvalho, O. Costa, F.C. Krzyzanowski & N. P. Costa. 2007. Tolerance level of Green in soybean seed lots after storage. *Revista Brasileira de Sementes*. 29:128-138, 2007.

Pádua, G.P., J.B. França-Neto, M.L.M. Carvalho, F.C. Krzyzanowski & R.M. Guimarães. 2009. Incidence of green soybean seeds as a function of environmental stresses during seed maturation. *Revista Brasileira de Sementes*. 31: 150-159.

Palmer, R.G., T.C. Kilen. 1987. Qualitative genetics and cytogenetics. In: Wilcox, J.R. (Ed.) *Soybeans: improvement, production, and uses*. Madison: American Society of Agronomy. p.135-209.

Pereira Neto, L. G.2016. Longevidade de sementes de *Astronium fraxinifolium Schott*: Estudos Fisiológicos, Bioquímicos e Moleculares. Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP. Botucatu.

Rangel, M.A.S., A. Minuzzi, L. Piérezan, T.K.C. Teodósio, F.B. Ono & P.C. Cardoso. 2011. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do estado do Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33:127-132.

Rodrigues, C.L. 2020. Qualidade fisiológica e caracterização anatômica de sementes de *Glycine max* L. Merrill durante o armazenamento (45f). Dissertação de Mestrado, Instituto Federal Goiano, Rio Verde.

Schnepf, R.D., E. Dohlman, & C. Bolling. 2001. Agriculture in Brazil and Argentina: Developments and Prospects for Major Field Crops. Market and Trade Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture (USDA), Agriculture and Trade Report. WRS-01-3.

Smaniotto, T. A. de S., O. Resende, K.A.F. Marçal, D.E.C.de. Oliveira & G.A. Simon. 2014. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 18:446-453.

Teixeira, S.B.; J.G. Silva, M.R.R. Meneguzzo, A.B.N. Martins, G.E. Meneghello & L.V.M. Tunes. 2020. Green soybean seeds: effect on physiological quality. Revista Ciência Rural. 50:01-06.

Villela, F.A. & Peres, W.B. 2004. Coleta, secagem e beneficiamento de sementes. In: Ferreira, A.G.& R. Borguetti. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: ARTMED, p. 265-281.

Zorato, M.F.2001. Teste de tetrazólio modificado. SEEDnews.4:21.

Zorato, M. F. 2003. O reflexo da presença de sementes esverdeadas na qualidade fisiológica em soja. Tese de Doutorado, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Zorato, M.F., S.T. Peske, C. Takeda & J.B. França-Neto. 2007. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. Revista Brasileira de Sementes. 29:11-19.

Zuchi, J. 2018. Armazenamento de Sementes. Revista SEEDnews. 22: 34 - 37.

ANEXO

Imagens obtidas pelos equipamentos GroundEye serie L (Análise de plântulas de soja) e serie S (Análise de sementes de soja) da empresa Tbit. Estas imagens complementares permitem uma melhor visualização da semente e das plântulas utilizadas para avaliação nos testes. Não foi realizado neste trabalho, análise dos resultados obtidos nestes equipamentos, aos quais poderão serem utilizados para desenvolvimento de futuros estudos.

- **0 dias de Armazenamento**





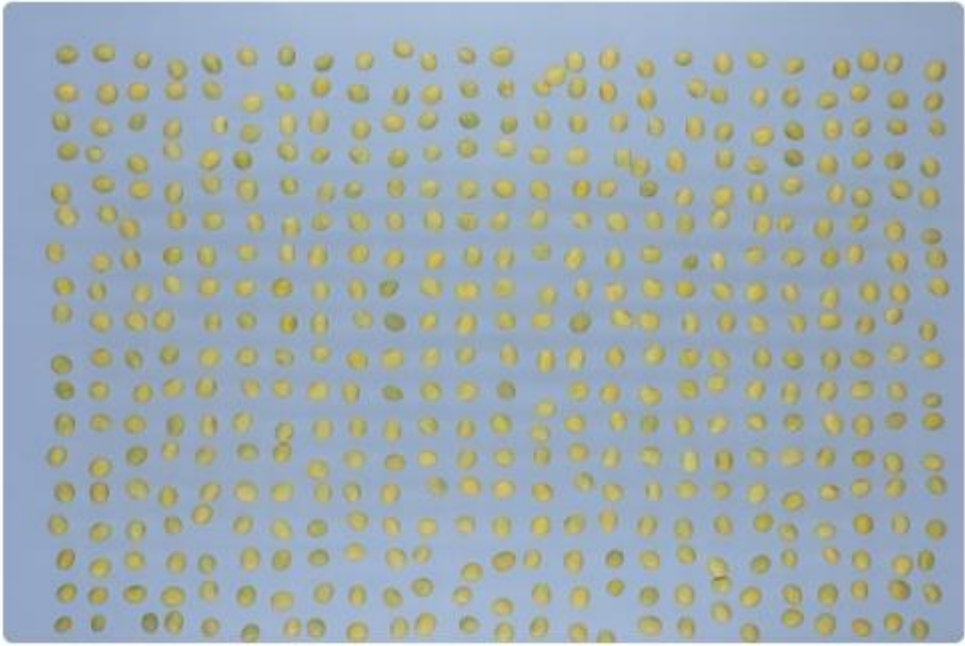
amarela 777



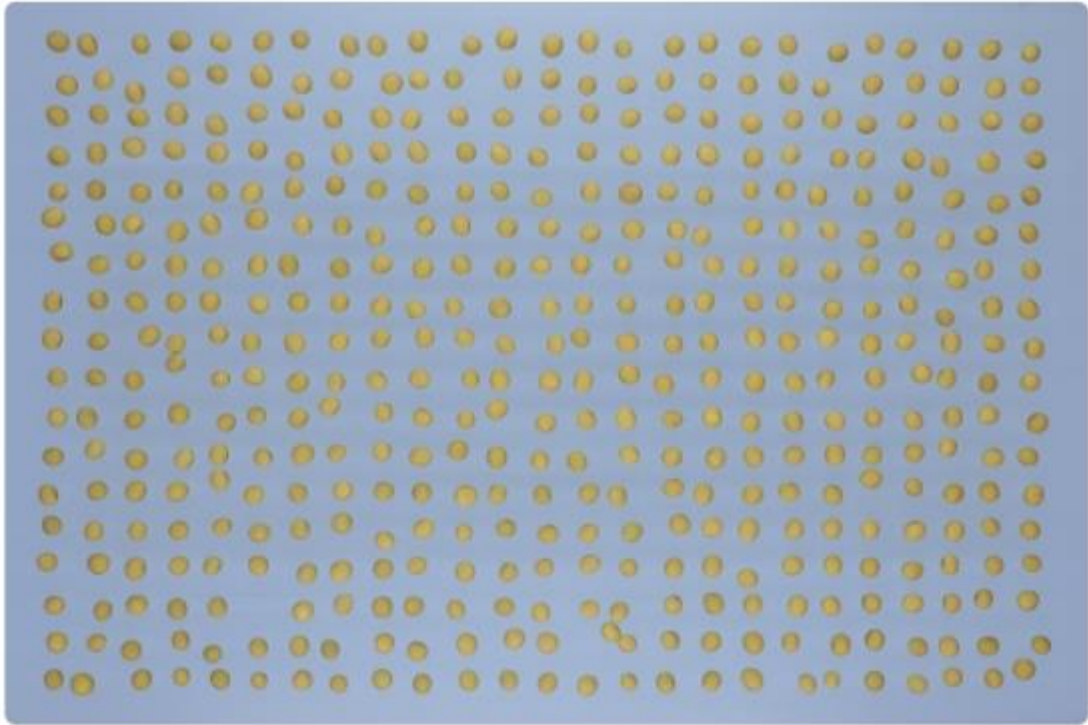
amarela 8579



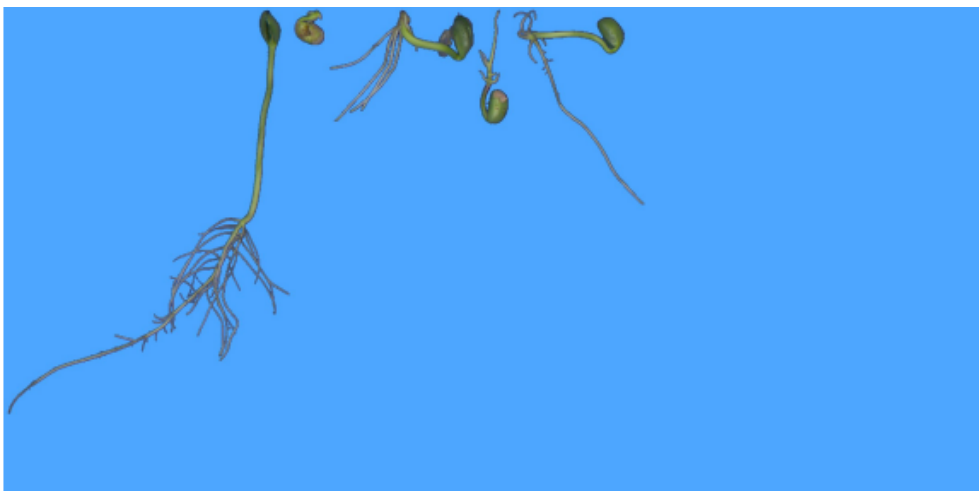
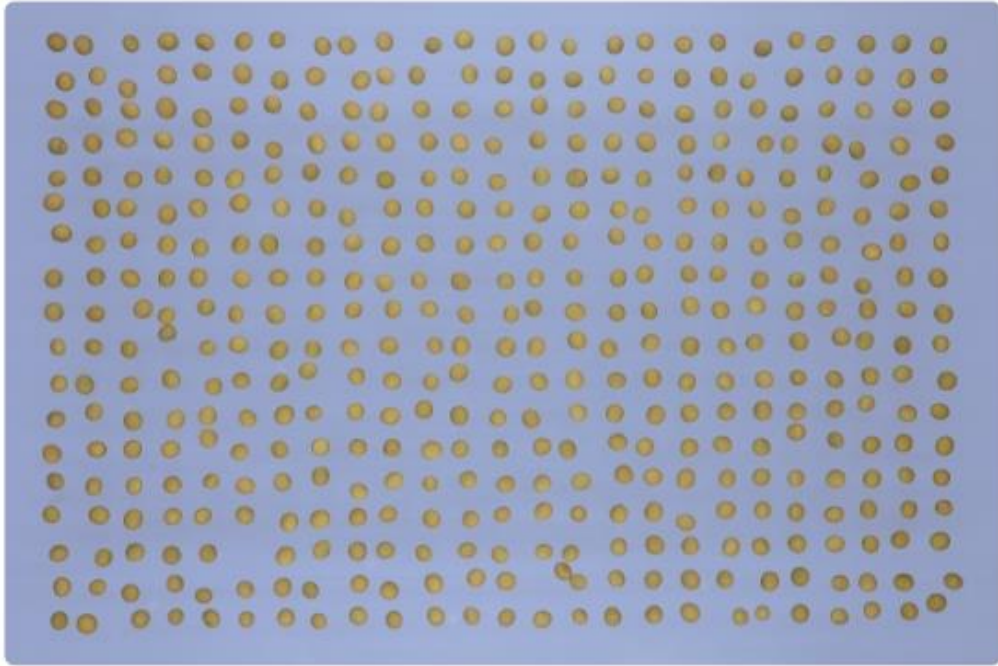
esverdeada 777



esverdeada 8579



lote original 777



lote original 8579

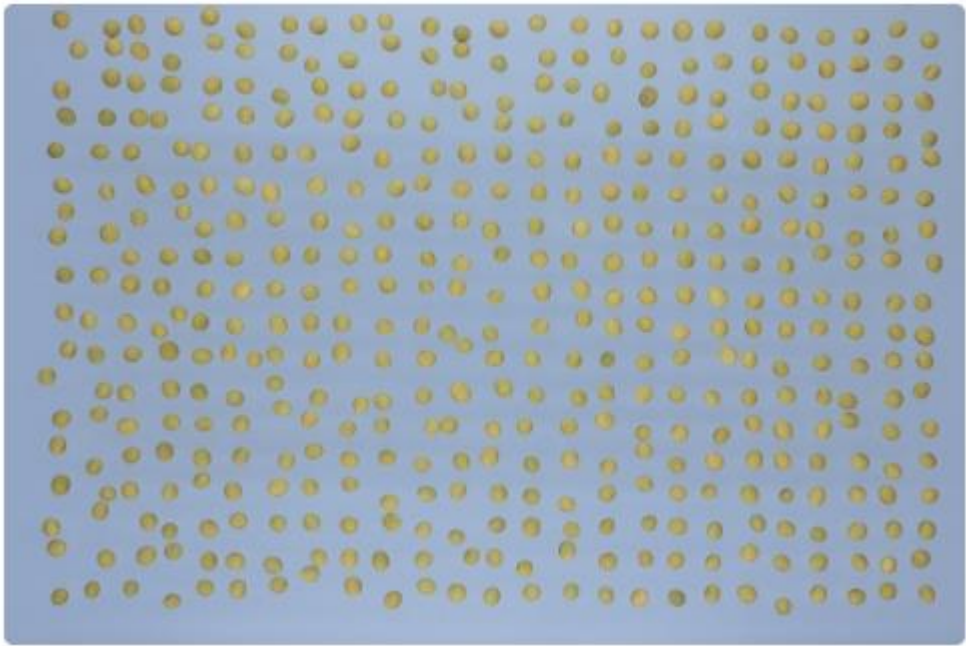
- 90 dias de Armazenamento



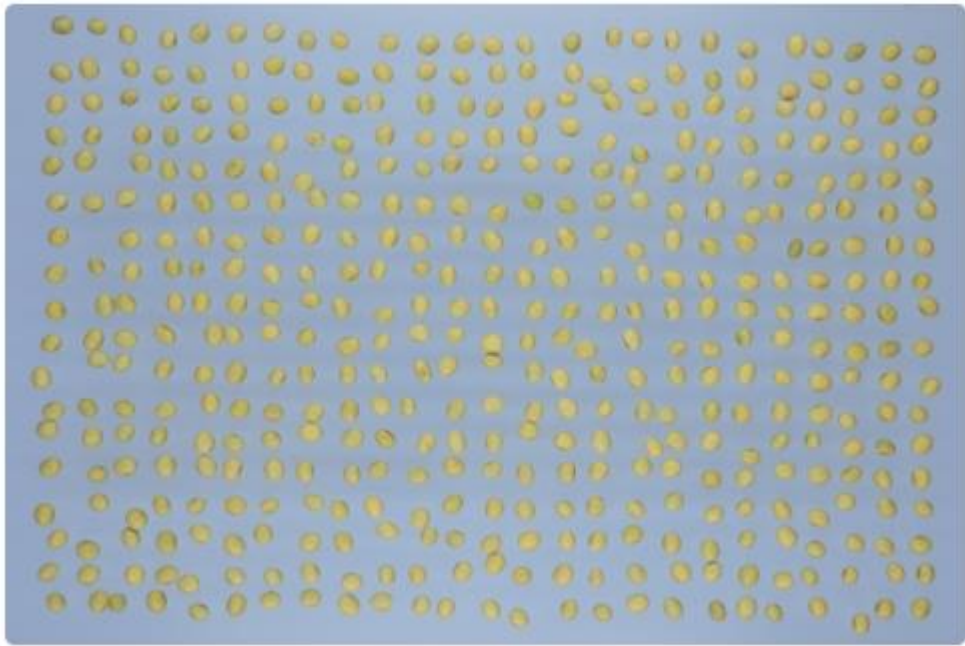
amarela 777



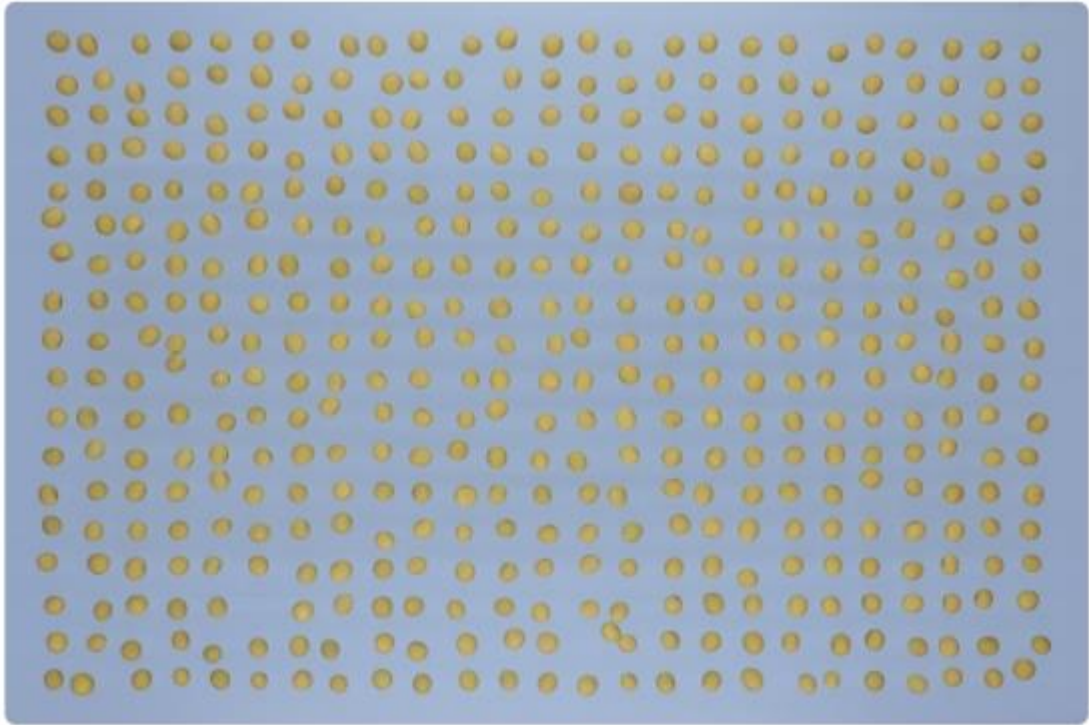
amarela 8579



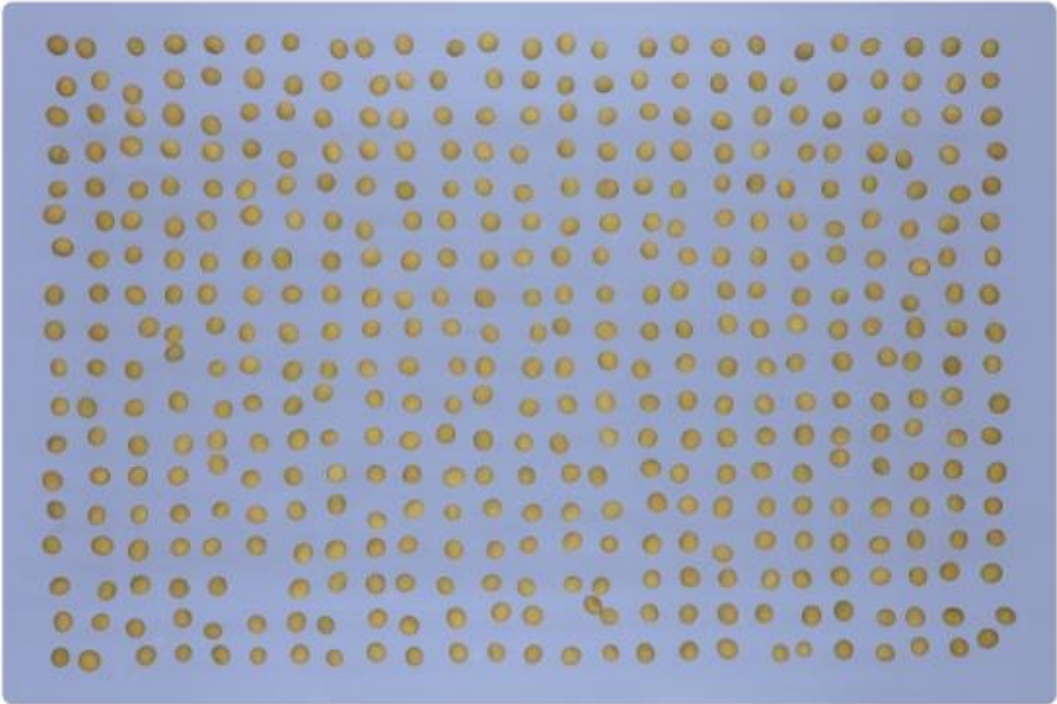
esverdeada 777



esverdeada 8579

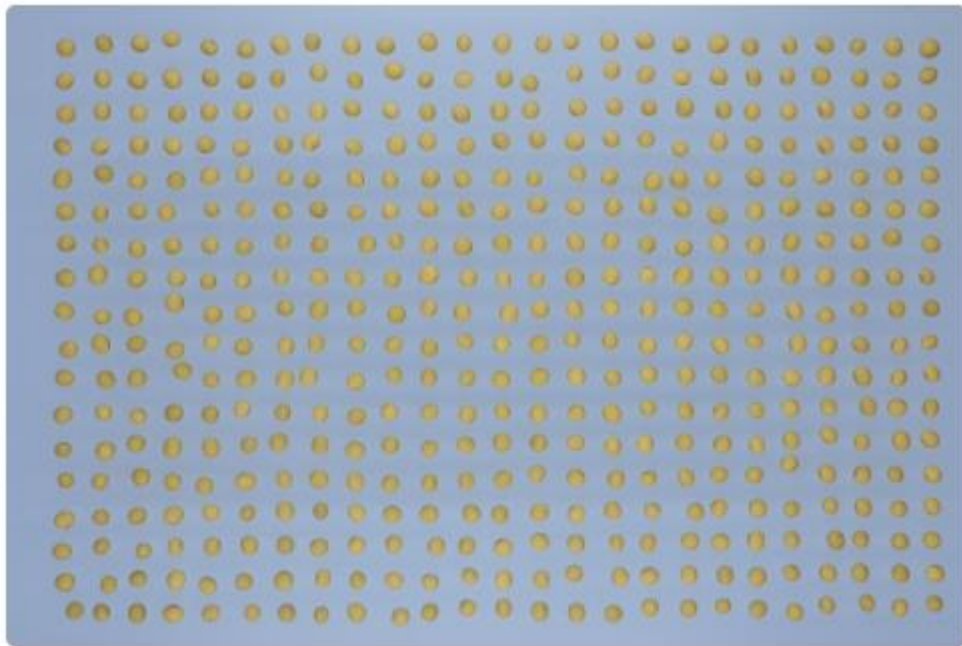


lote original 777

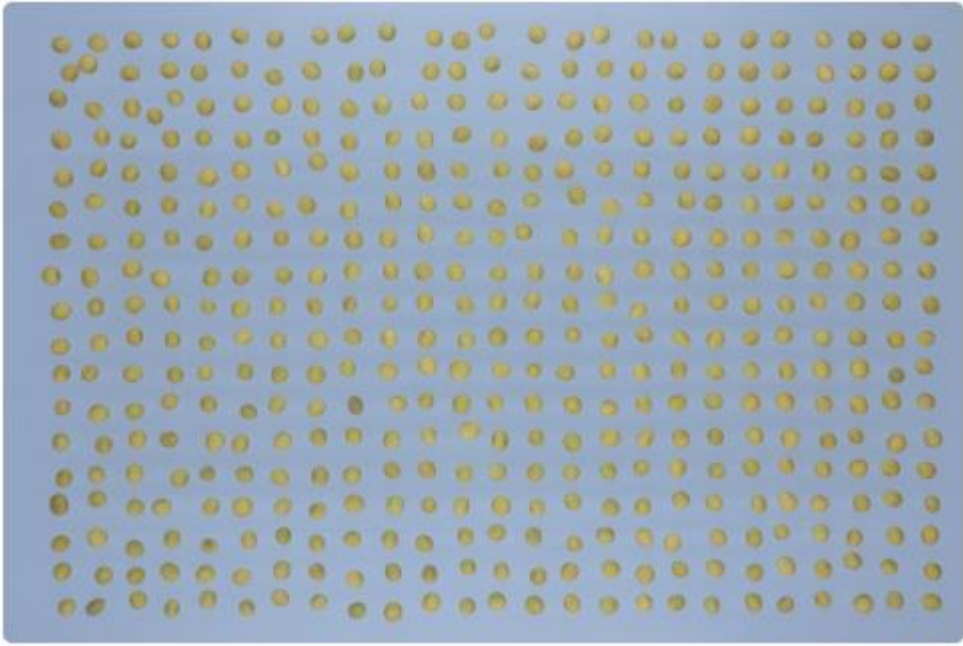


lote original 8579

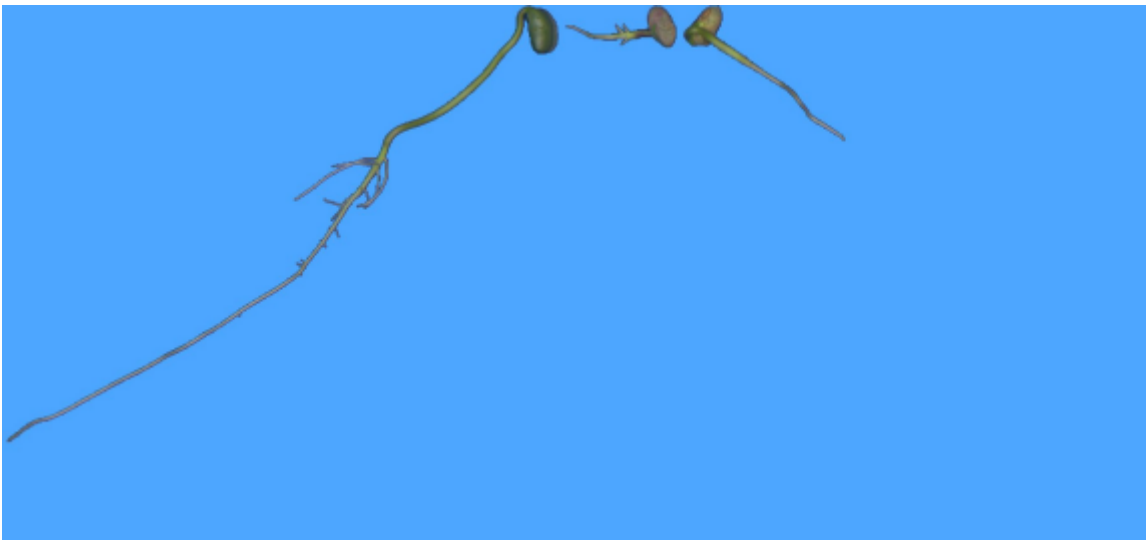
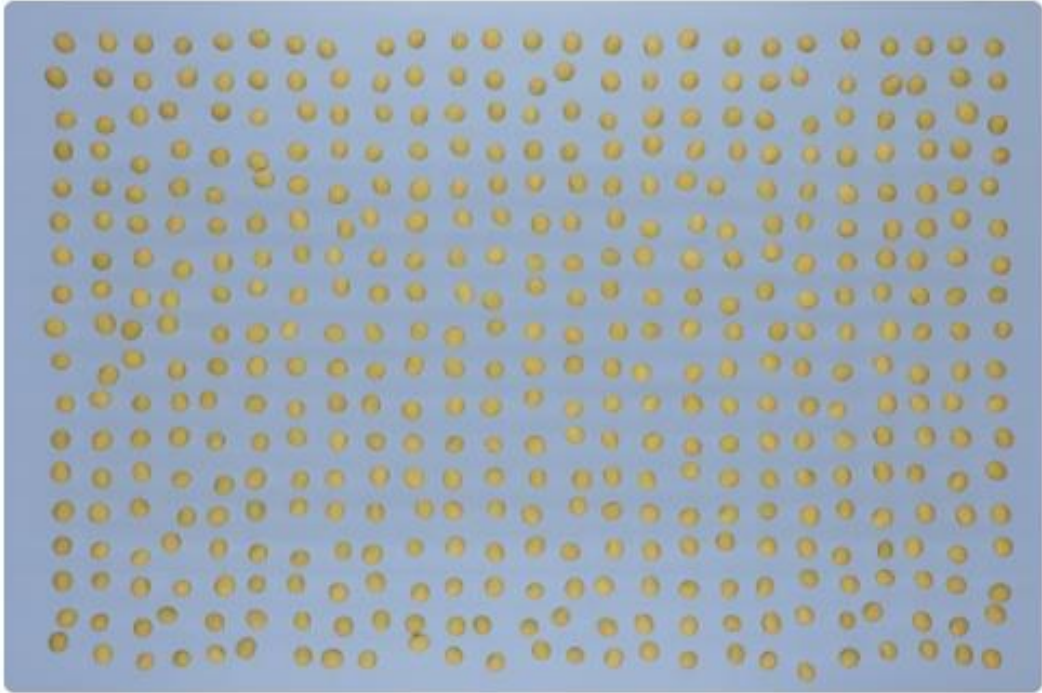
- **180 dias de Armazenamento**



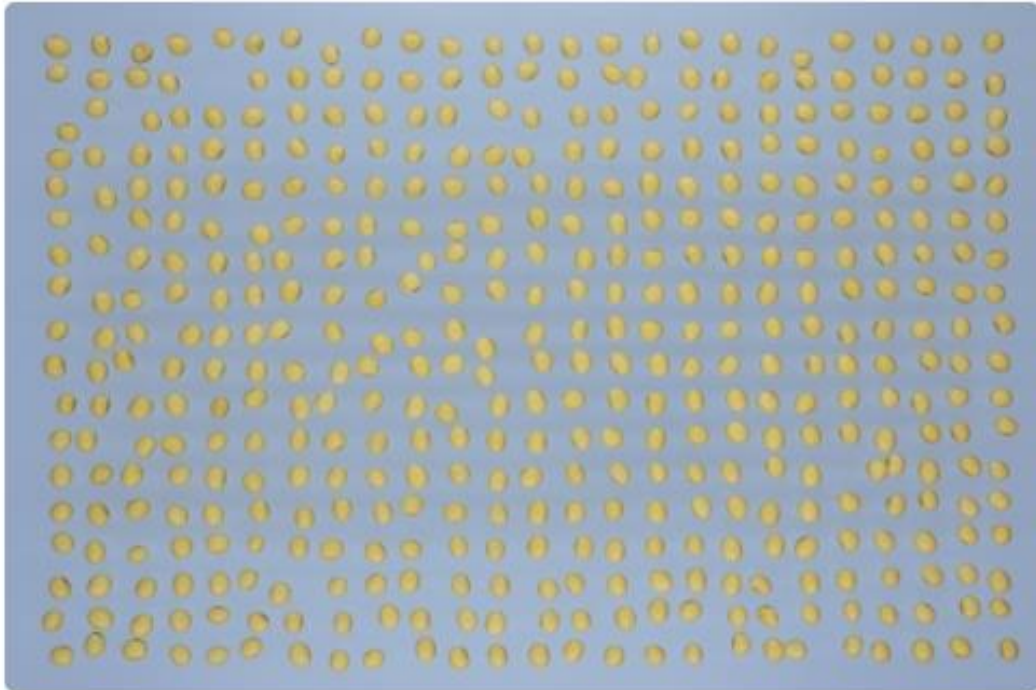
amarela 777



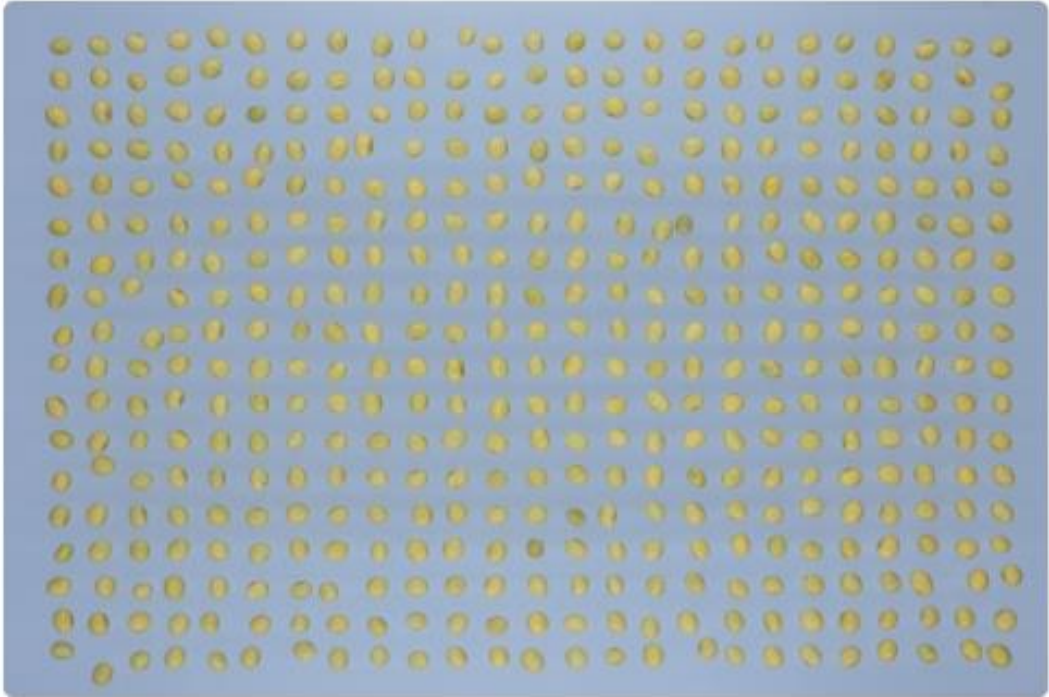
esverdeada 777



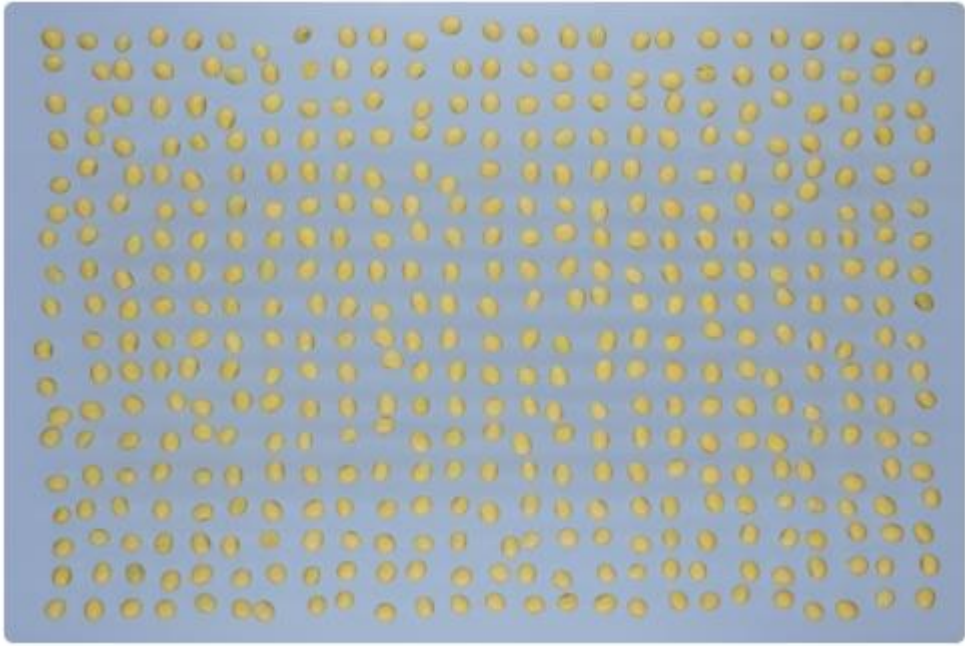
777-lote original



8579-amarela



8579-esverdeada



8579-Lote original