

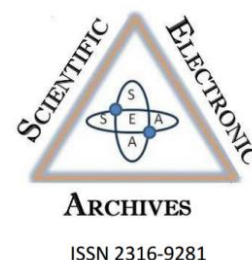
Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 16 (4)

April 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/16420231686>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1686>



Sementes de soja esverdeadas: causas e consequências na qualidade fisiológica

Green soybean seeds: causes and consequences on physiological quality

Corresponding author

Fabieli Pelissari

Universidade Federal de Mato Grosso

fabieli.pelissari@ufmt.br

Rogério de Andrade Coimbra

Universidade Federal de Mato Grosso

Resumo. A soja é a oleaginosa de maior importância para o agronegócio brasileiro. Milhões de toneladas são colhidas todos os anos. Essa demanda, exige que o mercado sementeiro ofereça aos produtores sementes de excelente qualidade, com alto poder germinativo e vigor. Durante a produção de sementes, fatores e condições estressantes, como temperatura elevada e déficit hídrico, pode antecipar o ciclo das plantas de soja na fase de translocação de fotoassimilados e maturação das sementes. Este processo de aceleração, acaba ocasionando uma colheita antecipada, dificultando a degradação da clorofila, deixando as sementes com aspecto esverdeado. O uso de dessecantes em períodos que antecedem a maturação fisiológica aumenta a presença de sementes esverdeadas. Sementes de soja esverdeadas tendem a apresentar maior índice de deterioração, ocasionando redução da germinação, vigor e viabilidade, impedindo que as mesmas sejam armazenadas para utilização futura. Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo fazer uma revisão bibliográfica e descrever as problemáticas em relação as sementes esverdeadas, relatando os fatores que podem causar a sua formação assim como as consequências para a qualidade de um lote.

Palavras-chaves: *Glycine max* (L.) Merr, clorofila, deterioração

Abstract. Soybean is the most important oilseed for Brazilian agribusiness. Millions of tons are harvested every year. This demand requires the seed market to offer producers seeds of excellent quality, with high germination and vigor. During seed production, stressful factors and conditions, such as high temperature and water deficit, can anticipate the cycle of soybean plants in the phase of photoassimilated translocation and seed maturation. This acceleration process ends up causing an early harvest, hindering the degradation of chlorophyll, leaving the seeds with a green aspect. The use of desiccants in periods that precede physiological maturation increases the presence of greenish seeds. Green soybean seeds tend to have a higher rate of deterioration, causing a reduction in germination, vigor and viability, preventing them from being stored for future use. Given this scenario, this paper aimed to review the literature and describe the problems related to green seeds, reporting the factors that can cause their formation as well as the consequences for the quality of a lot.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merr, chlorophyll, deterioration

Introdução

Os vegetais crescem e se desenvolvem em um ambiente com condições propícias para seu desenvolvimento e reprodução: condições hídricas ideais, intensidade de luz adequada, temperatura e solo apropriado. As alterações desses padrões podem ocasionar mudanças bioquímicas e fisiológicas prejudiciais para a planta (Taiz e Zeiger, 2013).

Diante do mercado e da importância econômica que a soja representa para o Brasil, é extremamente necessária a produção de sementes de qualidade para atender a demanda de mercado para o plantio, sendo a semente o principal insumo para produção agrícola.

Sementes de alta qualidade estão atreladas a altas taxas de vigor, germinação e sanidade, além de garantir a pureza física e varietal. Todos esses

fatores culminam com a resposta da semente no campo, garantindo um estande de qualidade com bom desempenho e altos níveis de produção.

Durante a formação e desenvolvimento da semente, condições de estresse podem ocasionar indivíduos pequenos, enrugados, descoloridos e imaturos, com coloração esverdeada (Mandarino, 2005). Países tropicais, como o Brasil, tendem a ter uma incidência maior da presença de sementes esverdeadas de soja devido, principalmente, pelas condições climáticas, com altas temperaturas associadas a grandes variações pluviométricas (Sinnecker, 2002). As condições climáticas e outros fatores ambientais podem afetar a qualidade das sementes de soja, principalmente após a maturação fisiológica, onde a umidade da semente fica abaixo de 25% (Sinnecker, 2002).

A produção de clorofila cessa quando as sementes alcançam a maturidade fisiológica. Naturalmente, a clorofila é degradada pelo metabolismo da planta e também pela luz solar. A morte prematura da planta, seja por questões climáticas, doença ou por dessecação, bloqueia a degradação natural da clorofila, e as sementes permanecem verdes. Se esse processo ocorrer no final da etapa de maturação fisiológica, essa clorofila ficará no tegumento e poderá diminuir ao longo do processo de armazenamento. Porém, se essa morte ocorrer antes do ponto de maturidade fisiológica, a clorofila estará distribuída por toda a semente e não será degradada, mesmo no processo de armazenamento (Wiebold, 2009).

A soja (*Glycine max* (L.) Merr) esverdeada é inviável para o uso como semente, e mesmo que sejam destinados como grãos para o processamento industrial para obtenção de seus subprodutos, a presença da clorofila, que é responsável pela cor verde na soja, permanece após o processamento, necessitando de tratamentos adicionais para a sua retirada, aumentando o custo do processo. (Sobrinho, 2019).

Esta revisão tem como objetivo relatar a problemática das sementes esverdeadas, levando em consideração os fatores que podem causar a sua presença, bem como as consequências dessas sementes para a qualidade de um lote.

Contextualização e análise

A soja é uma das importantes oleaginosas cultivadas no Brasil, sendo este o maior produtor e exportador desse grão, com área total de 38,5 milhões de hectares e uma produção de 136 milhões de toneladas. O Estado de Mato Grosso, na safra 2021/22 teve uma área total de 10.909,4 mil hectares com produção de quase 40 milhões de toneladas, segundo dados da CONAB (abril de 2022).

Produzir sementes de soja com alta qualidade é um grande desafio, especialmente em regiões de clima tropical e subtropical. O sistema de produção deve estar atrelado a boas técnicas de manejo e um bom controle de qualidade (França Neto et al., 2016).

Devido ao elevado número de cultivares existentes, a soja apresenta grande variedade genética e morfológica, resultado de diversos programas de melhoramento genético que sempre buscam genótipos mais produtivos, resistentes a pragas e doenças e adaptados as diferentes condições climáticas (Nogueira et al., 2009).

A semente é a responsável por conduzir ao campo as características genéticas determinantes no desempenho da cultivar, contribuindo decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande (Marcos Filho, 2015), e o uso de sementes com a germinação e o vigor comprometidos pode acarretar na obtenção de uma população de plantas inadequadas, afetando a produtividade do estande (Costa et al., 2001).

Quatro são as características fundamentais para formar uma semente de qualidade: qualidade física, composta por uma semente pura, livre de contaminantes e material inerte; qualidade fisiológica, que garante uma semente com alto vigor e germinação, garantindo bom desempenho no campo; qualidade sanitária, com sementes livres de patógenos e plantas daninhas; e a qualidade genética, que garante uma semente geneticamente pura, sem misturas varietais.

Os processos durante a produção da semente podem interferir diretamente na sua qualidade, tais como os processos da produção no campo, manejo, colheita, beneficiamento, armazenamento e transporte. No campo trata-se de fatores mais difíceis de se controlar, como altas temperaturas e índice pluviométrico. Flutuações de temperatura e de ciclos alternados de alta e baixa umidade, antes da colheita, prejudicam a qualidade da semente durante sua formação (França Neto et al., 2016).

Outra etapa importantíssima é a colheita, que deve ser realizada no momento correto, evitando-se antecipar ou atrasar esse processo. A semente normalmente é colhida quando atinge níveis próximos a 14%. O retardamento da colheita acarretará em perda de qualidade, assim como o seu adiantamento, podendo ocasionar o aumento de sementes esverdeadas, o que causa um alto índice de descarte de sementes muito úmidas que poderão sofrer amassamento durante a colheita e beneficiamento.

Estádios de desenvolvimento da soja

A caracterização dos estádios de desenvolvimento é importantíssima para estabelecer um sistema de produção de qualidade, por meio do manejo adequado da lavoura, possibilitando a maximização dos recursos utilizados e uma boa produtividade.

Os processos de formação, desenvolvimento e maturação da semente são controlados geneticamente, envolvendo uma sequência ordenada de alterações observadas após a fecundação até o momento em que a semente se torna um indivíduo independente da planta mãe (Marcos Filho, 2015).

A planta de soja tem os seus estágios de desenvolvimento bem definidos, divididos em duas etapas. O vegetativo, que se inicia com a emergência da plântula de soja e termina com o aparecimento do último nó na haste principal antes da abertura da primeira flor, e o segundo estágio, que é o reprodutivo, iniciando com a abertura da primeira flor e se estende até o amadurecimento completo dos grãos nas vagens,

A identificação de qual estágio a planta de soja se encontra é importante para o manejo da lavoura, pois é através dele que se determina, por exemplo, a época de colheita, visto que dependendo do estágio em que a soja é colhida, as características dos grãos serão distintas.

A descrição e definição dos estádios proposta por Fehr e Caviness (1977) é a mais utilizada. Os estádios de desenvolvimento da soja são divididos em estádios vegetativos e reprodutivos, conforme descrição a seguir (Fehr e Caviness, 1977; Ritchie et al. 1997):

- VE- Emergência. Os cotilédones estão acima do solo.
- VC- Cotilédones estão totalmente abertos.
- V1- Primeiro nó. As folhas se apresentam completamente abertas.
- V2- Segundo nó. Primeira folha trifoliada aberta.
- V3- Terceiro nó. Segunda folha trifoliada aberta.
- R1- Início da etapa de florescimento, corresponde a uma flor aberta em qualquer nó da haste principal.
- R2- Maioria das inflorescências da haste principal contendo flores abertas. Florescimento pleno.
- R3- Início da etapa de frutificação. Vagens apresentam 0,5 a 1,5 cm de comprimento no terço superior da haste principal.
- R4- Plena frutificação. A maioria das vagens apresentam comprimento de 2 a 4 cm no terço superior da haste principal.
- R5.1- Início da etapa de granação. Até 10% da granação máxima na maioria das vagens localizadas no terço superior da haste principal
- R5.2- A maioria das vagens apresentam granação máxima entre 10 e 25% no terço superior da haste principal.
- R5.3- Média granação. A maior parte das vagens apresentam granação máxima de 25 a 50% no terço superior da haste principal.
- R5.4- A maioria das vagens apresentam granação entre 50 e 75% no terço superior da haste.
- R5.5- Final da granação. A maioria das vagens apresentam granação máxima de 75 a 100% no terço superior da haste principal.
- R6- Semente formada ou granação plena. A maior parte das vagens no terço superior contém sementes verdes em seu volume máximo.
- R7.1- Maturidade fisiológica. A planta apresenta até 50% de folhas e vagens amarelas.
- R7.2- Maturidade fisiológica. A planta apresenta entre 50 e 75% de folhas e vagens amarelas.
- R7.3- Maturidade fisiológica. A planta apresenta acima de 75% de folhas e vagens amarelas.

- R8.1- Desfolha natural. Ocorre até 50% de desfolha da planta.
- R8.2- Desfolha natural. Ocorre acima de 50% de desfolha da planta. Nesse momento aproxima-se o ponto de colheita.
- R9- Maturidade a campo. A planta apresenta 95% de vagens com a cor da vagem madura (amarela).

Degradação da clorofila

As clorofilas são moléculas complexas, ajustadas principalmente para funções como absorção de luz, transferência de energia e de elétrons durante a fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2013).

Em um processo natural de desenvolvimento, há uma diminuição de clorofila durante as etapas de maturação da semente, ao mesmo tempo em que ocorre a diminuição da coloração verde e, então, a semente passa a ter características de maturação completa. Chamado de degreening, essa etapa é de suma importância, pois se reduz a probabilidade de a clorofila liberar elétrons livres, uma vez que estes podem acarretar danos oxidativos nocivos a semente (Jalink et al., 1999).

O estágio de maturação da semente, a temperatura e o teor de água durante o processo de secagem são fatores que influenciam na degradação da clorofila. Em soja, a degradação da clorofila irá ocorrer apenas quando as sementes forem colhidas a partir do estágio R7 (Sinnecker, 2002).

Sinnecker et al. (2005), trabalhando com sementes de soja secas em diferentes temperaturas, constatou que a 25°C, as sementes tiveram seus pigmentos verdes quase que degradados completamente, com baixo índice de feofitinas. Quando secas a 40°C, as sementes apresentaram alto índice de clorofila e acúmulo de feofitinas, indicando que houve um bloqueio do processo de quebra da clorofila.

A primeira etapa de degradação da clorofila inicia-se na senescência, podendo ser influenciada por fatores internos (mudança de pH e aumento de permeabilidade da membrana) ou fatores externos (estresse hídrico, alteração de temperatura, redução de disponibilidade luminosa, aumento do teor de etileno). Esses fatores podem acelerar o processo de degradação, ou em alguns casos, retardar (Takamiya et al. 2000; Sinnecker, 2002).

A etapa da degradação da clorofila começa com a clivagem do grupo fitol pela ação da enzima clorofilase, resultando na formação de clorofilídeo. Também ocorre a remoção do íon Mg^{2+} em meio ácido, formando feofitina. Uma segunda etapa de degradação envolve a clivagem do anel da porfirina, pela ação da enzima oxigenase, formando compostos incolores e fluorescentes. A remoção do grupo fitol causa um aumento da polaridade da molécula de clorofila, que acaba ocasionando a diminuição da estabilidade na membrana do tilacóide. Além de causar a ruptura das interações

proteína-lípido e a desnaturação das associações clorofila-proteína, a ruptura da membrana também pode liberar plastoquinonas e carotenóides, o que reduz o transporte de elétrons e capacidade de eliminar radicais livres. O aumento desses radicais ocasiona o aumento a susceptibilidade ao ataque proteolítico (Sinnecker, 2002).

A rápida degradação da clorofila livre ou dos seus derivados é necessária para evitar danos às células por sua ação fotodinâmica (Takamyia et al., 2000).

Fatores que influenciam a produção de sementes esverdeadas

Embora o mecanismo de degradação da clorofila já tenha sido estabelecido, não se tem conhecimento de como as condições externas/ambientais podem influenciar a degradação da clorofila em sementes de soja. Acredita-se que a atividade da enzima clorofilase e magnésio-chelatase, responsáveis por degradar a clorofila, pode ser diminuída ou interrompida em condições de altas temperaturas ou estresse hídrico, ocasionando a retenção da clorofila e a presença de sementes esverdeadas (Rangel et al., 2011).

Estresses ambientais que podem provocar a morte antecipada da planta, podem ocasionar a presença de sementes esverdeadas, tais como: doenças de raiz, como fusarioses; doença de colma, como o cancro da haste; doenças de folhas, como a ferrugem asiática; intenso ataques de insetos, em especial de percevejos sugadores (França Neto et al., 2005). Geadas intensas também podem favorecer a presença de sementes verdes.

A ocorrência de períodos quentes e secos, durante os últimos estágios de maturação da semente de soja, pode provocar a morte prematura da planta e, como consequência, a maturação forçada da semente (Rangel et al., 2011). Isso pode ser comprovado pelo teste de condutividade elétrica em sementes esverdeadas, em que apresentam alto índice de lixiviados, indicando um sistema de membranas desorganizado, consequência da maturação forçada e morte prematura da planta (Costa et al., 2001).

Bordignon et al. (2017) constataram que houve um aumento no aparecimento de sementes esverdeadas nos anos que ocorreram déficit hídrico e altas temperaturas durante a fase de enchimento das sementes. O mesmo foi constatado por França Neto et al. (2005), observando que esses estresses intensos em sementes em estágio R6 de desenvolvimento resultam em elevados percentuais de sementes esverdeadas. A partir do estágio R7, a presença desses estresses, com temperaturas mais baixas não ocasionam o surgimento de sementes esverdeadas. Portanto, a presença de sementes esverdeadas pode ocorrer devido ao clima quente durante o período de maturação, que causa estresse hídrico e, consequentemente, uma perda excessiva de água (Sinnecker et al., 2005).

As chuvas elevadas obrigam os agricultores, muitas vezes, realizar a antecipação da colheita para evitar perdas. Essa antecipação, com o uso de dessecantes foliares, deve ser realizada a partir do estágio de R7 (ponto de maturidade fisiológica) (França Neto et al., 2016). O uso de dessecantes provoca a aceleração do processo da perda de água pela planta e semente, reduzindo a permanência da planta no campo após a maturidade fisiológica e, consequentemente, antecipando a colheita (Marcos Filho, 2015). Porém o uso desses produtos, antes do ponto de maturidade fisiológica, causa a morte prematura da planta, podendo aumentar a presença de sementes verdes no momento da colheita, devido ao aceleração do amadurecimento dessas sementes. Com a morte precoce da planta, acredita-se que as atividades das enzimas clorofilase e magnésio-chelatase param de agir antes de toda a clorofila ser degradada, ocasionando então a presença de sementes esverdeadas (França Neto et al., 2016).

Em uma análise de transcriptoma Lima et al. (2017) verificaram que a clorofila começa a ser degradada nos estádios 7.1 a 7.3, sendo que os genes que codificam as enzimas que participam da degradação da clorofila começam a ser expressas no estágio 7.1, aumentando consideravelmente em 7.2. Quando as sementes foram secas precocemente, uma redução significativa da transcrição desses genes foi observada. Isso demonstra a importância do manejo correto no momento da aplicação dos dessecantes para adiantar a colheita.

O manejo inadequado da lavoura, no momento da adubação também pode ocasionar o aumento de sementes esverdeadas. A distribuição errada de calcário ou de fertilizantes pode provocar uma maturação desuniforme, o que resultará em colheita com sementes em diferentes estádios de desenvolvimento, podendo ter sementes imaturas e verdes juntamente com sementes amarelas e maduras (França Neto et al., 2016).

A retenção da clorofila, além de estar ligada ao estágio de maturação das sementes, também tem relação com as condições em que as sementes foram submetidas durante o processo de secagem. Durante a etapa de maturação das sementes, a clorofila e a umidade estão presentes em alta concentração, mas a clorofila pode ser degradada naturalmente se as sementes forem secas lentamente à temperatura ambiente. Sementes secas em temperaturas mais amenas (25°C), tendem a ter uma diminuição maior de clorofila quando comparada com as sementes que passaram por secagem em temperaturas mais altas (40°C) (Sinnecker et al., 2002; Gomes et al., 2003) (Gráfico 1), com exceção de sementes colhidas em R6, em que não apresentam completa degradação da clorofila, mesmo com secagem em temperaturas amenas (Sinnecker et al., 2005).

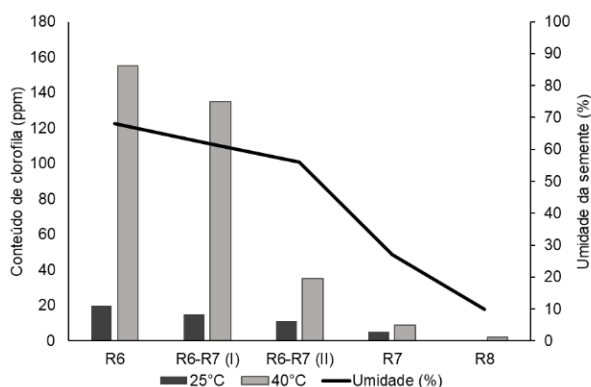


Gráfico 1. Teores de clorofila em sementes de soja secas a 25 °C e 40 °C, durante todo o período de maturação, em comparação com os níveis de umidade de sementes recém-colhidas (Gráfico adaptado de Gomes et al., 2003).

A secagem rápida a 40°C interrompe a degradação da clorofila. Acredita-se que tenha uma relação entre a taxa de desidratação e a umidade da semente. A rápida dessecação torna a umidade indisponível para a respiração, fazendo com que o metabolismo da semente reduza e a mesma não finaliza o processo de maturação, podendo haver desintegração das membranas e vazamento de conteúdo celular. (Adams et al., 1983).

Além do efeito ambiental e manejo, as características genéticas de cada cultivar também podem influenciar na presença de sementes esverdeadas (Pádua et al., 2009; Rangel et al., 2011; Bordignon et al., 2017; Carvalho et al., 2021). Carvalho et al. (2021), usaram diferentes cultivares plantadas em diferentes épocas do ano e constataram que algumas cultivares eram mais susceptíveis a desenvolver sementes esverdeadas. Pádua et al. (2009) realizaram um trabalho com quatro cultivares e três condições de disponibilidade hídrica, verificando que a cultivar Robusta apresentou maior presença de clorofila em ambiente mais estressante do que as demais cultivares (Gráfico 2).

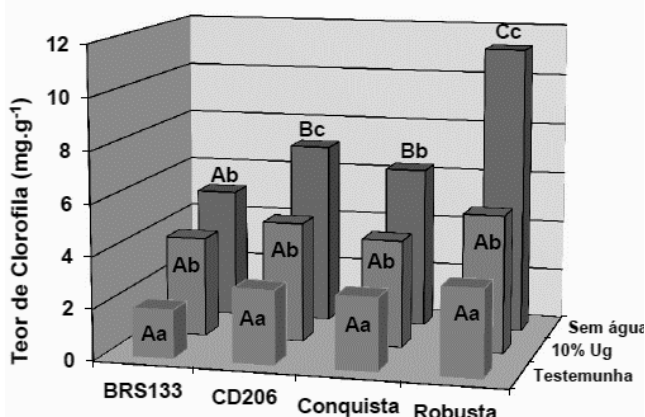


Gráfico 2. Teor de clorofila (mg.g^{-1}) em sementes de soja de quatro cultivares submetidas a três condições de disponibilidade hídrica. Letras maiúsculas representam comparação entre cultivares e as minúsculas entre as condições de estresse hídrico (Fonte: Pádua et al., 2009).

Problemática das sementes esverdeadas

A rota biossintética das clorofilas consiste em mais de uma dúzia de etapas, todas muito bem coordenadas e reguladas. Isso é de fundamental importância, pois quando livre, a clorofila, e muitos dos seus intermediários biossintéticos, são prejudiciais aos componentes celulares (Taiz e Zeiger, 2013). Ainda não se tem estabelecido, mas essa desordenação da rota metabólica, pode ser um dos fatores que causa danos às sementes esverdeadas.

O cloroplasto é a primeira organela a deteriorar durante o processo de senescência foliar, e essa degradação exige uma célula funcional. Sua degradação é significativa em termos de remobilização de nutrientes, uma vez que as proteínas ligadoras de clorofila contribuem cerca de 20% do nitrogênio celular total. Contudo, a deterioração do cloroplasto libera clorofila potencialmente fitotóxica, e um mecanismo de limpeza é necessário (Taiz e Zeiger, 2013). É provável, que em sementes que não completaram a maturação fisiológica, esse aparato de proteção celular não esteja formado completamente, o que pode vir a comprometer a qualidade das sementes esverdeadas.

A presença de sementes de soja verde nos lotes, dificulta a formação do estande planejado, uma vez que os cotilédones esverdeados sofrem efeitos deletérios devido à deterioração causada pela não degradação da clorofila (Dantas, 2021).

O elevado número de sementes esverdeadas durante o processo de beneficiamento tem provocado o aumento de descarte de lotes de sementes (Dantas, 2021). Tal consequência acaba influenciando na redução da produção anual das sementes.

Lotes com até 3% de sementes esverdeadas não ocasionam redução na qualidade, viabilidade e vigor do lote. Acima de 6% de sementes esverdeadas compromete a qualidade do lote de forma significativa, sendo que, níveis acima de 9% comprometem a qualidade do lote para fins comerciais por apresentar redução no potencial fisiológico (Pádua et al., 2007).

Na pesquisa realizada por Costa et al. (2001), ficou constatado que o aumento da porcentagem de sementes esverdeadas em diferentes lotes afeta significativamente a porcentagem de germinação do lote. Sementes esverdeadas apresentam baixa capacidade germinativa, desuniformidade de tamanho de plântulas e sistema radicular (Zorato et al., 2007).

Sementes com coloração verde apresentam uma redução significativa na sua capacidade de armazenamento, quando comparadas às sementes amarelas, sendo comprovado por Dantas (2021), onde foi observado diminuição da germinação durante o processo de armazenamento.

Zorato et al. (2007b) relataram que sementes esverdeadas armazenadas em local não refrigerado, após 4 a 5 meses de armazenamento, perderam capacidade germinativa e de

armazenabilidade. A presença de sementes esverdeadas torna o lote mais propício a estresses por temperatura e umidade, podendo não suportar longos períodos de armazenamento (Arruda et al., 2016).

A longevidade das sementes, definida como a capacidade de permanecer viva durante o armazenamento, é um importante fator agrônomico. A baixa longevidade impacta negativamente no estabelecimento das plântulas e, consequentemente, no rendimento da cultura (Lima et al., 2017). Porém, os efeitos da relação entre a longevidade das sementes e a presença de clorofila ainda não foram totalmente elucidadas (Pádua, 2007; Lima et al., 2017; Lucas, 2018; Dantas, 2021).

Quanto maior a intensidade da tonalidade do verde nas sementes, maior o impacto sobre a qualidade das mesmas, apresentando maior desuniformidade no desempenho das plântulas e formação de sistema radicular (Zorato, 2003; Zorato et al. 2007).

No trabalho de Shattory e Aly (1999), sementes de soja madura e imaturas foram armazenadas por 6 meses. Mensalmente foram feitas diferentes análises de ambos os lotes. Os pesquisadores verificaram que há um aumento no índice de peróxido, sendo nas sementes imaturas, um índice mais elevado, assim como apresentaram uma acidez maior. Esses aumentos são extremamente prejudiciais a qualidade das sementes.

É comprovado que sementes esverdeadas tendem a apresentar maior e mais rápida deterioração do que sementes com coloração normal. Consequentemente, possuem menor viabilidade e vigor, sendo esta redução proporcional a intensidade da pigmentação nos cotilédones: quanto mais verde, maior e mais rápida a deterioração e perda de viabilidade.

A presença de sementes verdes em lotes de sementes maduras tem sido associada à diminuição da vida útil durante o armazenamento em várias espécies. A baixa longevidade resulta em perdas econômicas devido à impossibilidade de transitar os lotes de sementes, tendo perdido o seu vigor e viabilidade de modo a não serem mais comercializáveis.

Como solucionar a presença das sementes esverdeadas

Fatores climáticos são impossíveis de serem controlados. Portanto, os principais fatores que causam sementes esverdeadas, alta temperatura e estresse hídrico não estão dentro do alcance de serem contornados. Porém, as práticas de manejo devem e podem ser efetivamente realizadas, com o objetivo de se evitar e/ou reduzir a presença de sementes verdes nos lotes. Uma das possibilidades é realizar a semeadura de campos de sementes mais tardiamente, visando evitar períodos de veranico e temperaturas mais elevadas.

Quando, após a colheita e o envio para o beneficiamento, França Neto et al. (2005) destacam que algumas alternativas podem ser utilizadas para reduzir a presença de sementes verdes nos lotes. Uma delas é a estratificação da semente de soja por tamanho, pois isso possibilita o agrupamento de sementes esverdeadas em peneiras menores. Como as sementes esverdeadas não completaram toda a etapa de formação e maturação fisiológica, elas tendem a terem tamanho menor do que as sementes amareladas. A passagem em peneiras, possibilita a retirada das mesmas nas peneiras de menor tamanho.

Visando a colheita de sementes com maior qualidade, os produtores tendem a colher as sementes com uma porcentagem de umidade maior e, consequentemente, as sementes terão tamanhos maiores. Esse procedimento ocasiona um número maior de sementes esverdeadas, mas que podem ser removidas da massa de semente pela máquina de pré-limpeza. Essas sementes possuem um tamanho maior, porém, por não terem completado a maturidade fisiológica e o acúmulo de matéria seca, tendem a serem mais leves.

A não maturação completa também fazem com que as sementes fiquem deformadas ou mais alongadas. Os mesmos autores citam que a utilização da separadora em espiral pode ajudar no processo de separação dessas sementes.

Outro método utilizado e que apresenta resultados muito satisfatórios na retirada de sementes esverdeadas é o uso de máquinas que realizam a separação por cor (seletron), porém, são máquinas que apresentam um alto valor para aquisição.

França Net et al. (2005) destacam que a mesa gravitacional não é eficiente para remover sementes esverdeadas durante o beneficiamento.

Embora os processos de separação do beneficiamento permitam eliminar a maioria das sementes esverdeadas, as amarelas também sofreram o mesmo estresse, uma vez que estão no mesmo ambiente. Portanto, esse lote de sementes amarelas requer cuidados redobrados quanto ao acompanhamento da sua qualidade fisiológica.

Considerações finais

O estresse hídrico e as altas temperaturas são os principais fatores que ocasionam a presença de sementes esverdeadas nos lotes, porém, não são os únicos, como ataque de percevejos e colheita precoce, por exemplo.

Sementes esverdeadas não completaram a maturidade fisiológica e, portanto, tendem a apresentar menor qualidade e longevidade.

Referências

ADAMS, CA; FJERSTAD, MC; RINNE, RW Características de maturação da semente de soja: necessidade de desidratação lenta. *Crop Science*, 23, 265-267, 1983.

- ARRUDA, M.H.M.; MENEGHELLO, G.E.; VIEIRA, J.F.; GADOTTI, G.I. Qualidade fisiológica de lotes de sementes de soja com diferentes percentuais de sementes esverdeadas. *Magistra*, V. 28, N.2, p.194-200, Abr./Jun. 2016.
- BORDIGNON, B.C.S.; VÂNIUS, V.V.; FLÁVIO, B.; EDUARDO, S.P. Percentual de sementes esverdeadas e sua influência na qualidade fisiológica de doze cultivares de soja. *Perspectiva. Erechim*. 41:25-33. 2017.
- CARVALHO, E.V.; PELUZIO, J.M.; FREIBERGER, C.N.; PROVENCIO, L.Z.; MOTA, W.C.S. A época de semeadura na produção de sementes de soja em condições de várzea tropical. *Revista Sítio Novo*, v. 5 n. 1 p. 100-117 jan./mar. 2021.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acessado em abril de 2022.
- COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; MESQUITA, C.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 23, nº2, p. 102-107, 2001.
- DANTAS, I.K.P. Qualidade de sementes esverdeadas de soja armazenadas em ambiente refrigerado. Dissertação (Mestrado em Bioenergia e Grãos). Instituto Federal Goiano, Campus de Rio verde. 54p. 2021.
- EL-SHATTORY, Y.; ALY, S.M. Effect of storage and heating on good mature and green immature soybean and soybean dehulling. *Grasses-y-Aceites, Sveilla*, v.50, p.100-104, 1999.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYSANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PADUA, G.P.; LORINI, I.; HENNING, F.A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 82p. 2016.
- FRANÇA-NETO, J. B.; PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; BRUMATI, P.S.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; SANCHES, D.P. Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica. *Embrapa Soja - Circular Técnica*, 38, p. 1–8, jun. 2005
- GOMES, M.S.; SINNECKER, P.; TANAKA, R.T.; LANFER-MARQUEZ, U.M. Effect of harvesting and drying conditions on chlorophyll levels of soybean (*Glycine max* L. Merr). *J. Agric. Food Chem.* 51: 1634–1639. 2003.
- JALINK, H., R.; VAN DER SCHOOR, Y.E.; BIRNBAUM, R.J. BINO. Seed chlorophyll content as an indicator for seed maturity and seed quality. *Acta Horticulturae*. 504:219-228. 1999.
- LIMA, J. J. P.; BUITINK, J.; LALANNE, D.; ROSSI, R.F.; PELLETIER, S.; SILVA, E.A.A. DA; LEPRINCE, O. Molecular characterization of the acquisition of longevity during seed maturation in soybean. *PLoS ONE*. 12:1–25. 2017
- LUCAS, D. A. Caracterização fisiológica, bioquímica e molecular em sementes de soja (*Glycine Max* (L.) Merr.) com retenção de clorofila. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP. 2018.
- MANDARINO, J.M.G. Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados. Comunicado Técnico da Embrapa. Abril, 2005.
- MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 659p. 2015.
- PÁDUA, G.P., FRANÇA-NETO, J.B.; CARVALHO, M.L.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; GUIMARÃES, R.M. Incidence of green soybean seeds as a function of environmental stresses during seed maturation. *Revista Brasileira de Sementes*. 31: 150-159. 2009.
- PÁDUA, G.P., FRANÇA-NETO, J.B.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N. P. Tolerance level of Green in soybean seed lots after storage. *Revista Brasileira de Sementes*. 29:128-138, 2007.
- RANGEL, M.A.S., MINUZZI, A.; PÍEREZAN, L.; Teodósio, T.K.C.; Ono, F.B.; Cardoso, P.C. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do estado do Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33:127-132. 2011.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. How a soybean plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 20 p.
- SINNECKER, P.; GOMES, M.S.O.; ARÊAS, J.A.G.; LANFER-MARQUES, U.M. Relationship between color (Instrumental and visual) and chlorophyll contents in soybean seeds during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50, 3961-3966, 2002.
- SINNECKER, P.; BRAGA, N.; MACCHIONE, E.L.A.; LANFER-MARQUES, U.M. Mechanism of soybean (*Glycine max* L. Merr) degreening related to maturity stage and postharvest drying temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 38: 269–27, 2005.
- SINNECKER, P. Degradação da clorofila durante a maturação e secagem de sementes de soja. São Paulo: USP. 2002. 103p. Tese (Doutorado em Ciências Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2002.
- SOBRINHO, A.F.S. Classificação de Sementes de soja maduras e esverdeadas por meio de métodos ópticos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Automação). Universidade Federal de Lavras, 70 p. 2019.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.
- TAKAMIYA, K.; TSUCHIYA, T.; OHTA, H. Degradation pathway(s) of chlorophyll: what has gene cloning revealed. *Trends Plant Sci*. 5: 426–431. 2000.
- WIEBOLD, W.J. Soybean Plants Killed before Maturity Possess Grain that Remains Green. 2009. Disponível em <https://ipm.missouri.edu/cropPest/2009/11/Soybean-Plants-Killed-before-Maturity-Possess-Grain-that-Remains-Green/#:~:text=Soybean%20Seeds%20from%20prematur>

ely%20killed,chlorophyll%20production%20in%20seeds%
20ceases. Acessado em 28 de julho de 2022

ZORATO, M. F. 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. 2003.

ZORATO, M.F., S.T. PESKE, C. TAKEDA & J.B. FRANÇA-NETO. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. Revista Brasileira de Sementes. 29:11-19. 2007a.

ZORATO, M.F.; TEICHERTPESKE, S.; TAKEDA, C.; FRANÇA NETO, J.B. Sementes esverdeadas em soja: testes alternativos para determinar sua qualidade. Revista Brasileira de Sementes, vol. 29, nº 1, p.01-10, 2007b.