

**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**GABRIEL LUCAS NEVES SILVA**

**USO DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA VIABILIDADE DE  
SEMENTES**

PAMAS-TO

2022

GABRIEL LUCAS NEVES SILVA

**USO DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA VIABILIDADE DE SEMENTES**

Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia (TCC) do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)

Orientador(a): Juliano Milhomem Ribeiro

PAMAS-TO

2022

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo verificar a viabilidade das sementes de soja durante o processo de produção, para atingir esse objetivo contou-se com pesquisas bibliográficas e qualitativas, além de um estudo técnico em campo para garantir ao leitor maior clareza e credibilidade, evidenciando as ferramentas utilizadas pelos produtores a fim de contribuir positivamente para o sucesso da colheita. Com base nos resultados, foi possível constatar a importância de se usar o teste do tetrazólio para viabilidade de sementes, pois ele vai determinar indiretamente a atividade respiratória nas células que compõem os tecidos das sementes. Isso vai proporcionar ao produtor clareza em relação a qualidade das sementes plantadas e maior segurança na colheita, podendo saber que o que foi plantado oferecer vigor e qualidade da safra.

**Palavras-chave:** Viabilidade. Vigor. Qualidade Fisiologica.

## **ABSTRACT**

The article aims to verify the viability of soybean seeds during the production process. To achieve this objective, bibliographical and qualitative research was carried out, as well as a deep technical study in the field to guarantee the reader greater clarity and credibility, highlighting the tools used by producers in order to contribute positively to the success of the harvest. Based on the results, it was possible to verify the importance of using the tetrazolium test for seed viability, as it will indirectly determine the respiratory activity in the cells that make up the seed tissues. This will provide the producer with clarity regarding the quality of the seeds planted and greater security in the harvest, knowing that what was planted will offer vigor and quality to the crop.

**Keywords:** Viability. Vigor. Physiological Quality.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste em pré-colheita.....	25
Tabela 2 - Teste em Beneficiamento.....	25
Tabela 3 - Teste no Armazenamento .....	26
Tabela 4 - Teste na Expedição.....	26
Tabela 5 - Teste no cliente final .....	27

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Danos apresentados nas semetes .....	28
Gráfico 2 - Vigor e viabilidade de sementes .....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADAPEC	- Agência de Defesa Agropecuária do Tocantins
APASEM	- Associação Paranaense dos produtores de Sementes e mudas
ART	- Artigo
C1	- Certificado(a) geração 1
C2	- Certificado(a) geração 2
CESSOJA	- Comissão Estadual de Sementes de Soja
CONAB	- Companhia Nacional de Abastecimento
DM	- Dano Mecânico
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MATOPIBAPA	- Maranhão, Tocantins, Piauí, Bahia, Pará
P	- Peneira
PERC	- Percevejo
PZERO	- Peneira Zero
S1	- Semente fiscalizada categoria 1
S2	- Semente fiscalizada categoria 2
SNSM	- Sistema Nacional de Sementes e Mudas
SV	- Semente Verde
TCT	- Trifenil de Cloreto de Tetrazólio
TZ	- Tetrazólio
UBS	- Unidade de Beneficiamento de Sementes
UM	- Umidade
VIABIL	- Viabilidade
VOC	- Verificação de Outras Cultivares

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 PROBLEMA</b> .....	<b>9</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>10</b>
<b>4 HIPÓTESES</b> .....	<b>11</b>
<b>5 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>5.1 Objetivo geral</b> .....	<b>12</b>
<b>5.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>12</b>
<b>6 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
<b>6.1 Cultura da soja</b> .....	<b>13</b>
<b>6.2 Produção de sementes</b> .....	<b>14</b>
6.2.1 Seleção do local para produção de sementes .....	15
6.2.2 Alerta sobre dessecação em pré-colheita de campos de produção de semente .....	15
6.2.3 Colheita de semente .....	15
6.2.4 REcepção e secagem da semente .....	15
6.2.5 Beneficiamento de semente .....	16
6.2.6 Padronização da nomenclatura do tamanho de semente, após classificação por tamanho .....	16
6.2.7 Armazenamento da semente .....	17
<b>6.3 Produção de sementes em áreas de várzeas</b> .....	<b>17</b>
<b>6.4 Qualidade das sementes</b> .....	<b>18</b>
<b>6.5 Teste tetrazólio</b> .....	<b>19</b>
<b>6.6 Diagnóstico das causas da deterioração da semente de soja</b> .....	<b>20</b>
<b>7 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
<b>8 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>9 CONCLUSÕES</b> .....	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem importância indiscutível no setor agrícola mundial e, o Brasil insere-se neste meio, sendo um dos maiores produtores e exportadores do grão, apresentando condições de expansão da produção possibilitando suprir o aumento da demanda global. Porém, para que isto ocorra é necessário que a qualidade produtiva seja elevada, de modo que consiga provocar o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira, que por sua vez, está associado aos avanços científicos bem como disponibilização de tecnologias ao setor produtivo (MAPA, 2016).

Apesar da grande importância econômica da cultura, existem vários fatores que prejudicam a produção, dentre os quais está o estabelecimento de estande de plantas inadequadas. Neste cenário, a utilização de sementes de alta qualidade é uma ferramenta importante, assegurando adequada população de plantas frente à variação de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência, contribuindo para a produção (SCHEEREN et al., 2010).

Segundo França-Neto et al. (2018), Qualidade fisiológica, alta germinação e alto vigor têm sido parâmetros fundamentais requeridos pelos sojicultores aos produtores de sementes no momento da aquisição da semente, importante matéria-prima para o estabelecimento de uma lavoura com plantas de alto desempenho agrônômico, isto é, plantas com alto potencial produtivo, com bom desenvolvimento radicular e bom desenvolvimento do dossel.

Para oferecer sementes de alto desempenho fisiológico, os produtores necessitam de excelentes práticas agrônômicas de produção e de avaliação da sua qualidade. O teste de tetrazólio, por estar fundamentado na caracterização dos tecidos vivos da semente e por permitir a identificação dos principais agentes causadores da redução da sua qualidade fisiológica, como os danos mecânicos (imediatos e latentes), os danos por percevejo e os danos por umidade, se apresenta como uma ferramenta estratégica para a gestão da qualidade fisiológica da semente, tanto no seu processo de produção, como na colheita, na secagem, no beneficiamento, no armazenamento e na comercialização (FRANÇA-NETO et al., 2018).

## **2 PROBLEMA**

Obtenção de sementes de toda qualidade para o processo de beneficiamento, ocupação de Unidade de Beneficiamento de Semente (USB) e mão de obra, ocupação de laboratório e técnicos para análise dessas sementes, problemas no processo de beneficiamento, problemas relacionados ao transporte e mal armazenamento e manejo antes do plantio.

### 3 JUSTIFICATIVA

O intuito deste trabalho é proporcionar melhores resultados e uma melhor eficiência na produção de sementes.

O Estado do Tocantins atualmente possui uma área de produção de grãos de soja de aproximadamente 1,69 milhão de hectares. O dado é do 3º Levantamento da Safra 2021/22 de Grãos, publicado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), e com soja semente de 71.300 hectares na safra 2021.

A produção de sementes de soja no Estado do Tocantins abastece não apenas o próprio estado, mas também os estados de Goiás, Mato Grosso e todo o MATOPIBAPA, sendo que na última safra de soja semente foram colhidas 120,8 milhões de toneladas publicado pelo 10º Levantamento da (Conab) na Safra 2019/2020, o que corresponde à aproximadamente 36,9 milhões de hectares em 2019/2020, de soja pelo Brasil.

No processo de produção de sementes, o teste de tetrazólio é um importante teste que visa eliminar gargalos como: tempo, uso da Unidade de beneficiamento, testes de germinação e canteiros. Tudo isso com o objetivo de facilitar o processo de tomada de decisão no momento da produção destinando um material mais viável a ser trabalhado.

A partir do momento que se faz uma seleção de todo material a ser trabalhado, facilita o processo de toda a cadeia produtiva, ao fazer o teste de tetrazólio pode-se eliminar diversos lotes de sementes inviáveis, esse processo ajuda estabelecer um filtro no qual possamos trabalhar permite selecionar um material mais assertivo, esse processo garantirá sementes com uma melhor sanidade, vigor, e com boa emergência.

#### 4 HIPÓTESES

Espera-se que o presente trabalho possa contribuir para a garantia da qualidade da semente de soja através do uso da ferramenta do teste de tetrazólio durante o processo de colheita, beneficiamento e entrega do material ao produtor rural.

Espera-se que haja um maior rendimento de UBS (Unidade de Beneficiamento de Semente) trabalhando apenas com material necessário, sendo que, no armazenamento terá condições favoráveis para todo o material de boa qualidade, evitando contato com o material não viável e que possa ser hospedeiro de patógenos.

Espera-se ter uma melhor resposta na entrega ao cliente final na certeza de um produto de ótima qualidade entregue ao cliente, visando uma análise de possíveis problemas ocorridos no transporte ou até mesmo dentro da própria propriedade, assegurando a empresa de possíveis reclamações do cliente.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo Geral**

Verificar a viabilidade das sementes de soja durante todo o processo de produção, desde a pré colheita, beneficiamento, armazenamento até a entrega ao cliente final ao momento de semeadura.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Identificar possíveis danos causados a sementes, como: dano por percevejo, dano por umidade, dano mecânico, dano por seca e altas temperaturas e sementes de sojas esverdeadas;
- Avaliar a qualidade fisiológica e vigor desde a colheita, beneficiamento e entrega na safra 22/22;
- Avaliar o vigor das sementes junto ao teste de Tetrazólio avaliando sobre o teste final de canteiro.

## 6 REFERENCIAL TEÓRICO

### 6.1 Cultura da soja

Atualmente, segundo Albenoor et al. (2020), o Brasil é uma potência agrícola, destacando-se na produção de grãos, carnes e biocombustíveis, entre outros. A soja representa a principal oleaginosa anual produzida e consumida no mundo e é o principal produto do agronegócio brasileiro. O gerenciamento eficiente do agronegócio da soja, por meio da adoção de tecnologias que visam reduzir riscos e custos e aumentar a produtividade de forma sustentável, com preservação do meio ambiente, tem importância fundamental, pois possibilita que a oleaginosa participe eficientemente de mercados cada vez mais globalizados e competitivos.

A produção brasileira de soja apresentou uma taxa geométrica de crescimento anual de 6,2% entre as safras agrícolas 2000/2001 e 2017/2018, o que fez a quantidade colhida mais do que triplicar, saltando de 38,4 milhões para 119,3 milhões de toneladas. Para tanto, dois elementos tiveram grande importância: área e produtividade (HIRAKURI et al., 2018).

A área nacional apresentou um crescimento significativo no período (4,6% a.a.), passando de 14,0 milhões para 35,1 milhões de hectares (Mha), assim como a produtividade (1,5% a.a.), que na safra 2000/2001 foi de 2.751 kg/ha, saltando para 3.394 kg/ha na safra 2017/2018. Como consequência do aumento de produtividade e área, o Brasil obteve recordes de produção quase sucessivos (HIRAKURI et al., 2018).

A soja representou 52,4% da produção total de grãos do País na safra 2017/2018. Conforme destacado, o cultivo da soja está concentrado nas regiões Sul e Centro-Oeste, que possuem os cinco estados maiores produtores nacionais da cultura, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul (HIRAKURI et al., 2018).

Embora os incrementos de área e produção nas regiões Centro-Oeste e Sul sejam os mais significativos em valores absolutos, no período indicado, quando se considera as taxas de crescimento, verifica-se um avanço significativo de área e produção nas regiões Norte (16,4% e 17,5% a.a.) e Nordeste (7,1% e 8,8% a.a.). Isso ocorreu, sobretudo, em função do crescimento da sojicultura na Região do MATOPIBA e no Pará, que possuem áreas significativas com condições favoráveis à expansão da fronteira agrícola, notadamente em áreas de pastagens degradadas (HIRAKURI et al.,

2018).

Um insumo que tem aumentado sua participação na formação dos custos de produção é a semente. O desenvolvimento de cultivares de ciclo precoce e adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas e a semeadura antecipada permitiram o estabelecimento de mais de uma espécie vegetal por safra em várias regiões agrícolas do Brasil. Contudo, especialistas da cadeia produtiva destacaram que os royalties definidos pelas obtentoras das cultivares e as substanciais taxas tecnológicas cobradas pelas empresas obtentoras de tecnologias transgênicas impactaram no aumento significativo do preço das sementes (HIRAKURI et al., 2018).

## **6.2 Produção de sementes**

No Brasil, o sistema oficial de produção de sementes é o de Certificação, mas de acordo com o Decreto nº 10.586 de 18 de dezembro de 2020, que aprova o regulamento da Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM) estabelece em seu Art. 32 as seguintes categorias: I - semente genética; II - semente básica; III - semente certificada de primeira geração (C1); IV - semente certificada de segunda geração (C2); V - semente S1; e VI - semente S2.

Conforme o Art. 36 a produção de semente S1 e de semente S2, sem origem genética comprovada, de acordo com o disposto no parágrafo único do art. 24 da Lei nº 10.711 de 2003, deverá atender às disposições estabelecidas em norma complementar.

De acordo com Art. 37, a produção de sementes, compreende todas as etapas do processo, iniciado pela inscrição dos campos e concluído com a emissão da nota fiscal de venda pelo produtor ou pelo reembalador.

Já no Art. 38, o controle de qualidade em todas as etapas da produção é de responsabilidade do produtor de sementes, conforme estabelecido nesse regulamento e em normas complementares. Para o caso da soja, cabe ressaltar que a Instrução Normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013, via anexo XXIII Padrões para a produção e a comercialização de sementes de soja, revogou a Verificação de Outras Cultivares (VOC).

### 6.2.1 Seleção do local para produção de sementes

Para a produção de sementes de soja de alta qualidade fisiológica, o ideal é que a temperatura média, durante as fases de maturação e colheita, seja igual ou inferior a 22°C. Tais condições não são facilmente encontradas em regiões tropicais, porém podem ocorrer em áreas com altitude superior a 700 m, ou com o ajuste da época de semeadura para a produção de semente. Em regiões com latitudes maiores do que 24° Sul, as condições climáticas são mais propícias (HENNING et al., 2020).

### 6.2.2 Alerta sobre dessecação em pré-colheita de campos de produção de semente

Segundo Henning et al. (2020), a dessecação em pré-colheita de campos de produção de semente de soja, visando à melhoria da qualidade, não é recomendada rotineiramente. Isso é em função da possibilidade da ocorrência de chuvas entre a aplicação do dessecante e a colheita, o que pode propiciar a infecção secundária das sementes por fungos como *Phomopsis spp.* e *Fusarium incarnatum* (syn. *F. pallidoroseum*, *F. semitectum*). A dessecação em pré-colheita deve ser utilizada em áreas de produção de grãos, com o objetivo de controlar plantas daninhas ou uniformizar as plantas em lavouras com problemas de haste verde/retenção foliar.

### 6.2.3 Colheita de semente

A semente deve ser colhida no momento adequado, evitando-se retardamentos de colheita. A semente é normalmente colhida quando, pela primeira vez, o conteúdo de água atinge valores ao redor de 13%, durante o processo natural de secagem a campo. O retardamento de colheita resultará em reduções de germinação e vigor e no aumento nos índices de infecção da semente por fungos de campo (HENNING et al., 2020).

### 6.2.4 Recepção e secagem da semente

A semente colhida entra na unidade de beneficiamento de semente (UBS) pelas moegas, que não devem ser profundas para evitar a ocorrência de danos mecânicos. Preferencialmente, optar por moegas vibratórias, que são rasas,

autolimpantes, que removem parte da impureza fina, reduzindo, assim, a poeira na UBS e previnem a exposição de trabalhadores aos gases tóxicos, que podem acumular em moegas profundas e úmidas. A semente deve passar, a seguir, pela máquina de pré-limpeza, para a remoção das impurezas grosseiras e das menores que a semente (HENNING et al., 2020).

#### 6.2.5 Beneficiamento de semente

O beneficiamento de semente é necessário para remover contaminantes, tais como: materiais estranhos (vagens, ramos, torrões e insetos), semente de outras culturas e de ervas daninhas. Além disso, tal operação tem outras finalidades: classificar a semente por tamanho; melhorar a qualidade do lote pela remoção de semente danificada e deteriorada; aplicar fungicidas e inseticidas à semente, quando necessário e embalá-la adequadamente para a sua comercialização (HENNING et al., 2020).

#### 6.2.6 Padronização da nomenclatura do tamanho de semente, após classificação por tamanho

A nomenclatura do tamanho de semente de soja deverá ter padrão nacional, conforme proposta formulada pela CESSOJA/PR e APASEM, a qual constará na sacaria e na nota fiscal de venda:

- Pzero - semente não classificada por tamanho;
- P 4,5 - P 5,0 - P 5,5 - P 6,0 - P 6,5 - P 7,0. Será observado um intervalo máximo de 1,0 mm entre tais classes; por exemplo: P 5,5 significa que as sementes possuem diâmetro entre 5,5 mm e 6,5 mm, ou seja, tal classificação foi realizada em peneira com orifícios circulares, com as sementes passando pela peneira 6,5 e ficando retidas sobre a peneira 5,5. Para os produtores de sementes que adotam a classificação de sementes com o intervalo de 0,5 mm entre as classes de tamanho, a semente classificada como P 5,5 será aquela que possui diâmetro entre 5,5 mm e 6,0 mm, ou seja, essa classificação foi realizada em peneira com orifícios circulares, com as sementes passando pela peneira 6,0 e ficando retidas sobre a peneira 5,5 (HENNING et al., 2020).

### 6.2.7 Armazenamento da semente

O armazenamento em toda a sua amplitude envolve etapas que vão desde antes da colheita, ou seja, na maturidade fisiológica da semente, ainda dentro das vagens da soja, no campo, até o momento em que ela é semeada e se iniciam os processos de embebição e de germinação. O beneficiamento e a armazenagem da semente em condições ótimas de temperatura e umidade relativa do ar (menores do que 25 °C e 70% UR) permite a preservação da viabilidade e do vigor da mesma. Por essa razão deve-se atentar para o período de armazenamento ainda na planta (antes da colheita) pois a viabilidade da semente poderá ser comprometida nesse período, já que a qualidade da semente é definida no campo (HENNING et al., 2020).

### 6.3 Produção de sementes em áreas de várzeas

A produção de sementes de soja no Tocantins é no período da entressafra, diferente de outras regiões e ocorre em áreas de várzeas tropicais planas, em regime de sub irrigação (elevação do lençol freático), é de grande importância para a produção de sementes pelo fato que nas demais regiões não são permitidas a semeadura, denominado vazio sanitário. A região é rica em bacias hidrográficas divididas em rios estaduais e federais e é constituída por projetos de fornecimento hídrico através do sistema de irrigação por gravidade, permitido por lei.

Outro fator é o período curto de armazenamento da semente, já que a colheita é realizada no início de agosto e setembro até outubro, a distribuição de semente para comercialização já ocorre logo em seguida, para a realização do plantio da próxima safra, que inicia em outubro, nas áreas de sequeiro.

A janela de plantio na região de Várzea vai do mês de maio a junho, antecedendo o período do vazio sanitário estabelecido para a cultura, que ocorre do dia 1º de julho a 30 de setembro. A produção de sementes, nesse período, é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Agência de Defesa Agropecuária do Tocantins (ADAPEC).

Durante o período do vazio sanitário, a ADAPEC realiza o trabalho de fiscalização das áreas implantadas com as finalidades da fiscalização da produção de sementes, porque se over qualquer regularização a propriedade é multada.

Um dos fatores que predomina a região a ser produtora em sementes é o bombeamento é feito por meio de bombas elétricas que absorvem água dos rios e distribuem em toda a lavoura, em canais de irrigação um canal central. O bombeamento é legalizado por lei, estipulando uma divisão entre os rios federais e municipais, que é permitido em dias intercalados e uma quantidade por horas, por exemplo, segunda, quinta e domingo, das 6:00 às 16:00 horas. Bombeamento é feito por distribuição em gravidade, onde as parcelas são subdivididas com no máximo 20 a 50 hectares.

#### **6.4 Qualidade das sementes**

A utilização de sementes de soja de alta qualidade é de fundamental importância para o sucesso do cultivo. A produção de sementes de soja com esses padrões é um grande desafio ao setor produtivo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Para que esse objetivo seja alcançado, é imprescindível que se invista em tecnologias específicas para a produção de sementes e também num bom sistema de controle de qualidade (ALBENOOR et al., 2020).

Além disso, o sistema de produção deve estar atrelado a um bom programa de controle de qualidade, por meio da disponibilização de um laboratório de análise de sementes, operado por profissionais treinados e experientes. A adoção pelos produtores de técnicas de controle de qualidade na produção de semente visa suprir de informações que auxiliem no processo de tomada de decisão em cada etapa do processo de produção, tendo em vista superar limitações impostas pelos diversos fatores que podem afetar a qualidade da semente.

Segundo França-Neto et al. (2018), a qualidade da semente de soja pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer durante a fase de produção no campo, na operação de colheita na secagem, no beneficiamento, no armazenamento, no transporte e na semeadura. Tais fatores abrangem extremos de temperatura durante a maturação, flutuações das condições de umidade ambiente, incluindo seca, deficiências na nutrição das plantas, ocorrência de insetos, além da adoção de técnicas inadequadas de colheita, secagem e armazenamento.

A qualidade da semente de soja é composta por quatro pilares: 1. Qualidade fisiológica, representando uma semente com altos vigor e germinação e que resulte em adequada emergência de plântulas em campo; 2. Qualidade genética, sendo

geneticamente pura, representando a cultivar que se deseja semear, sem misturas varietais; 3. Qualidade sanitária, compreendendo semente livre de outras sementes de plantas daninhas e de patógenos, sejam eles fungos, vírus, nematoides ou bactérias; 4. Qualidade física, composta por uma semente pura, livre de material inerte, como contaminantes, fragmentos de plantas, insetos, torrões e outras impurezas (FRANÇA-NETO et al., 2018).

### 6.5 Teste Tetrazólio

O teste de tetrazólio determina indiretamente a atividade respiratória nas células que compõem os tecidos das sementes. O teste baseia-se, portanto, na atividade das enzimas desidrogenases (AOSA, 1983; BULAT, 1961; COPELAND et al., 1959; MOORE, 1973; SMITH, 1952; SMITH; THRONEBERRY, 1951 apud FRANÇA-NETO et al., 2018), as quais catalisam as reações respiratórias nas mitocôndrias, durante a glicólise e o ciclo do ácido cítrico, ou ciclo de Krebs. Na glicólise temos a ação de uma dessas enzimas, a gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase, e no ciclo do ácido cítrico outras cinco: piruvato desidrogenase; isocitrato desidrogenase;  $\alpha$ -cetoglutarato desidrogenase; succinato desidrogenase; e malato desidrogenase. Estas enzimas, particularmente a malato desidrogenase, reduzem o sal de tetrazólio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio ou TCT) nos tecidos vivos.

Quando a semente de soja é imersa na solução incolor de Trifenil de Cloreto de Tetrazólio (TCT). Esta é difundida através dos tecidos, ocorrendo nas células vivas a reação de redução que resulta na formação de um composto vermelho, estável e não-difusível, conhecido por trifênilformazan.

Quando o TCT é reduzido, formando o trifênilformazan, isto indica que há atividade respiratória nas mitocôndrias, significando que há viabilidade celular e do tecido (PETERS, 2007). Portanto, a coloração resultante da reação é uma indicação positiva da viabilidade através da detecção indireta da respiração a nível celular. Tecidos não viáveis não reagem e conseqüentemente não são coloridos. Tecidos em respiração podem ser encontrados dentro do embrião de uma semente, em cotilédones, na radícula e nos tecidos do escutelo, em alguns tecidos nutritivos do endosperma, nos tecidos gametófitos femininos em gimnospermas, e na camada de células da aleurona no interior do pericarpo de gramíneas (PETERS, 2007).

Sendo o tecido vigoroso, haverá a formação de um vermelho carmim claro; se o tecido está em deterioração, um vermelho mais intenso será formado, em virtude da maior intensidade de difusão da solução de TCT pelas membranas celulares comprometidas de tais tecidos; se o mesmo é não viável, a redução do sal não ocorrerá e o tecido morto contrastará como branco (não colorido) com o tecido colorido viável. As observações de tais diferenças de cor juntamente com o conhecimento de diversas características das sementes permitem a determinação da presença, da localização e da natureza dos distúrbios que podem ocorrer nos tecidos embrionários (MOORE, 1973).

## 6.6 Diagnóstico das causas da deterioração da semente de soja

Vários fatores afetam a qualidade da semente de soja. Os principais, conforme descrito por Moore (1960, 1962 a 1973) e por França Neto (1984) são danos causados por percevejos, danos por seca e altas temperaturas, danos de secagem e danos de geada. Cada tipo de dano está associado com lesões características que são descritas e resumidas a seguir.

**Danos mecânicos: resultam** de impactos físicos durante as operações de colheita, trilha, secagem, beneficiamento, transporte e semeadura das sementes de soja. Há três tipos de danos mecânicos que são facilmente identificados pelo teste de tetrazólio: rachaduras, amassamentos e abrasões. O último é identificado pela presença de lesões de coloração vermelho-escura, caso tenham ocorrido recentemente, ou por lesões brancas com tecidos flácidos, se não recentes.

**Deterioração por umidade:** conforme descrita por Moore (1973), França Neto (1984) e por Pereira e Andrews (1976), resulta da exposição das sementes de soja a ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas na fase final de maturação, antes da colheita. Tais danos apresentam uma maior magnitude, caso ocorram em ambientes quentes, típicos de regiões tropicais e subtropicais. Sementes com deterioração por umidade apresentam rugas características nos cotilédones, na região oposta ao hilo, ou sobre o eixo embrionário.

Após a coloração, essas sementes revelarão a presença de lesões de coloração vermelho intensa ou branca sobre os tecidos embrionários adjacentes a tais rugas. Frequentemente, tais lesões estão associadas com a infecção por certos fungos. As lesões podem ser profundas e caso o cilindro central esteja danificado, ou

se mais de 50% dos tecidos de reserva dos cotilédones estiverem deteriorados, a semente é considerada não viável. A deterioração por umidade apresenta uma característica muito típica, que é a simetria das lesões em ambos os cotilédones da semente.

**Danos de percevejo:** podem afetar seriamente a qualidade da semente de soja. Dentre as diversas espécies desse inseto, o percevejo verde *Nezara viridula* (L.) tem ocorrência generalizada na maioria das regiões produtoras de soja (TURNIPSEED; KOGAN, 1976). Outras espécies, como *Piezodorus guildini* (Westwood) e *Euschistus heros* (Fabricius), podem também causar sérios danos às sementes.

Ao se alimentar das sementes de soja, o percevejo as inocula com a levedura *Nematospora coryli* Peglion (SINCLAIR, 1982), que irá, então, colonizar os tecidos das sementes, deteriorando-os, o que resulta em severas reduções de vigor e de viabilidade (BOWLING, 1980; VILLAS BOAS et al., 1982). Essa infecção forma lesões circulares características, muitas vezes enrugadas e profundas.

Os tecidos lesionados são mortos e flácidos, apresentando a coloração típica esbranquiçada, às vezes esverdeada, amarelada ou acinzentada. Um anel de coloração vermelho intenso separa, na maioria dos casos, os tecidos mortos dos vigorosos. Lesões múltiplas podem ocorrer numa única semente e caso haja sobreposição das mesmas, o sintoma circular típico não será distinguível. Com frequência, uma pequena perfuração causada pelo inseto pode ser observada no centro das lesões circulares.

Puncturas profundas podem ocorrer, resultando na inoculação dos tecidos centrais das sementes pelo fungo *N. coryli*. Tais lesões nem sempre podem ser observadas na superfície externa das sementes.

**Danos por seca e altas temperaturas:** podem ser observados em sementes de algumas cultivares de soja, quando altas temperaturas (acima de 30°C), associadas com períodos de baixa disponibilidade hídrica (seca), ocorrem durante a fase de enchimento de grãos. Os sintomas são variáveis: a lesão típica pode ser caracterizada pela presença de uma covinha nos cotilédones até o completo enrugamento das sementes. Algumas sementes produzidas sob tais condições de estresse podem tornar-se impermeáveis à água. Sementes com sintomas superficiais desse tipo de dano (covichas), após a coloração, podem apresentar lesões vermelho-escuras ou brancas que podem ser confundidas com deterioração por umidade.

A constatação dessas covinhas nas sementes secas pelos analistas evitará que interpretações errôneas desse tipo venham a ocorrer. Sementes enrugadas, após a coloração, podem ser deformadas e apresentam manchas vermelho-escuras e esbranquiçadas espalhadas sobre os cotilédones, com maior concentração das mesmas na região próxima ao eixo embrionário. Os tecidos mortos são flácidos e friáveis. Sementes severamente enrugadas normalmente não germinam em função da desintegração dos tecidos do eixo embrionário e das regiões superiores dos cotilédones.

**Sementes de soja esverdeadas:** São originadas quando ocorre morte prematura das plantas, devido a um estresse abiótico, como a seca, ou biótico, como uma ferrugem mal controlada ou uma enfermidade de raiz, como a fusariose. Nessa situação, as sementes sofrem um processo de maturação forçada e, quando sob elevadas temperaturas ( $> 30^{\circ} \text{C}$ ), as enzimas responsáveis pela degradação da clorofila (magnésio quelatase e clorofilase) não são ativadas, resultando na formação de sementes normalmente menores e esverdeadas (FRANÇA-NETO et al., 2012). Sementes esverdeadas apresentam sérios problemas de qualidade fisiológica, pois seu vigor e germinação são afetados negativamente.

## 7 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da empresa Uniggel Sementes, situado no Município de Lagoa da Confusão – TO, durante o segundo semestre de 2022.

Foram utilizadas amostras de sementes de soja coletadas no período de pré-colheita, sementes beneficiadas, sementes pronta, armazenada e, também sementes que haviam sido entregues ao cliente final, sendo feito análise em cada etapa.

No primeiro momento foi coletado amostras de pré-colheita para analisar como estaria as condições do campo a ser colhido, submetendo ao teste de tetrazólio para avaliação se há ou não a necessidade de colheita e destinação desse lote para finalidade de sementes.

Após a escolha do lote que foi escolhido para virar semente, foi feito um segundo teste de tetrazólio após o beneficiamento desse lote, analisando assim possíveis causas durante o beneficiamento.

No terceiro momento foi realizado mais um teste para verificação da qualidade da semente sobre o processo de armazenagem, analisando a qualidade fisiológica dessas sementes.

Com o último teste de tetrazólio foi analisado a qualidade das sementes que já haviam sido entregues ao cliente analisando causas acometidas a essas sementes como mal armazenamento, dano no manejo durante a operação na propriedade, entre outros, sob a responsabilidade do cliente.

De acordo com cada atividade desenvolvida no processo de produção de sementes foram coletadas amostras de 400 sementes, subdivididas em quatro repetições de 100 sementes, divididas em copos de 50ml adicionado ao Sal de tetrazólio 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio, em seguida levadas a um pré condicionamento embaladas em papel de germinação umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco e mantidas nestas condições por um período de 16 horas, à temperatura de 25°C. Essa operação possibilitou a embebição de água pelas sementes, ativando a atividade metabólica e o processo de germinação.

Após atingido atingir a coloração desejada foi feito a lavagem dessas sementes em água corrente e mantidas submersas em água para a não desidratação.

Após todo o processo de pré condicionamento e reação do Tetrazólio foi feito a interpretação do teste, partindo semente a semente, analisando as estruturas anatômicas das sementes, identificando e avaliando uma a uma.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizando-se a análise ao teste de Tetrazólio na coleta de 3 amostras em pré-colheita de uma mesma variedade (8473RSF RR), foi relatado o vigor e a viabilidade das sementes desse lote, conforme Tabela 1:

Tabela 1 - Teste em pré-colheita

TALHAO	Nº AMOSTRA	VIGOR	VIABILIDADE
2	A	93	99
2	B	92	97
2	C	92	98

Fonte: Elaboração própria.

É importante estar sempre atento as condições climáticas e ao período de coleta dessas amostras pois pode causar grande diferença no teste.

Em uma segunda etapa foi realizado mais um teste após o beneficiamento depois de formado lote com essas sementes, fazendo assim uma avaliação do processo de beneficiamento, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Teste em Beneficiamento.

VIGOR	VIABIL.	DM	SV	UM	PERC,	DANOS TOTAIS TZ
%	%	%	%	%	%	TOTAL (2-6)
88	94	9	0	37	1	38
87	93	14	0	51	0	51
89	95	9	0	37	0	37

Fonte: Elaboração própria.

É importante avaliar os danos nessa etapa para que se haja necessário fazer as regulagens das máquinas.

Para verificação do processo de armazenamento e controle da qualidade do material foi feito uma terceira etapa do teste visando avaliar as condições de armazenamento e qualidade das sementes com os seguintes resultados, Tabela 3:

Tabela 3 - Teste no Armazenamento

<b>VIGOR</b>	<b>VIABIL.</b>	<b>DM</b>	<b>SV</b>	<b>UM</b>	<b>PERC,</b>	<b>DANOS TOTAIS TZ</b>
%	%	%	%	%	%	TOTAL (2-6)
89	95	5	0	46	2	53
88	92	7	0	49	3	59
89	94	8	0	48	2	58

Fonte: Elaboração própria.

Esse controle é de grande importância pois auxilia no controle da manutenção das condições corretas do armazenamento dessas sementes.

No processo de expedição foi realizado mais um teste após o carregamento do caminhão para destinação final, foi coletado amostras ali na saída da carga para uma nova verificação, conforme Tabela 4:

Tabela 4 - Teste na Expedição

<b>VIGOR</b>	<b>VIABIL.</b>	<b>DM</b>	<b>SV</b>	<b>UM</b>	<b>PERC,</b>	<b>DANOS TOTAIS TZ</b>
%	%	%	%	%	%	TOTAL (2-6)
89	95	10	1	49	3	63
89	96	9	0	53	1	63
89	95	9	1	43	4	57

Fonte: Elaboração própria.

Essa verificação é de grande importância por se tratar de um período mais preciso pode ser usado como a última informação do controle de qualidade.

Para um ajuste final e uma resposta de como o produtor recebeu essa semente, e avaliação das condições das mesmas na propriedade do cliente final foi feito a última bateria de teste analisando apenas o vigor e a viabilidade, com mais um teste tendo como prova real a qualidade dessas sementes, sendo feito o teste de emergência em areia, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Teste no cliente final

TZ %		EMERG. AREIA		OFICIAL
Vigor	Viab.	7 DIAS	FINAL	GERM.
%	%	%	%	%
89	95	90	92	92
89	96	89	91	90
89	96	93	91	90

Fonte: Elaboração própria.

A importância de fazer esse teste coletando essas amostras do próprio cliente é de grande valia, pois podemos analisar se essa semente está sendo bem armazenada e manejada de maneira correta pelo produtor.

Este artigo teve como objetivo principal verificar a viabilidade das sementes de soja durante o processo de produção. Do ponto de vista agrícola, as formas para se chegar ao resultado satisfatório é garantir a qualidade das sementes desde sua concepção, passando por todo processo de produção no campo, na operação, colheita, armazenamento, transporte. Desse modo cada processo deve ser conduzido com muito critério, não se pode ignorar nenhum fator, principalmente porque as sementes, podem sofrer vários contratempos durante a produção.

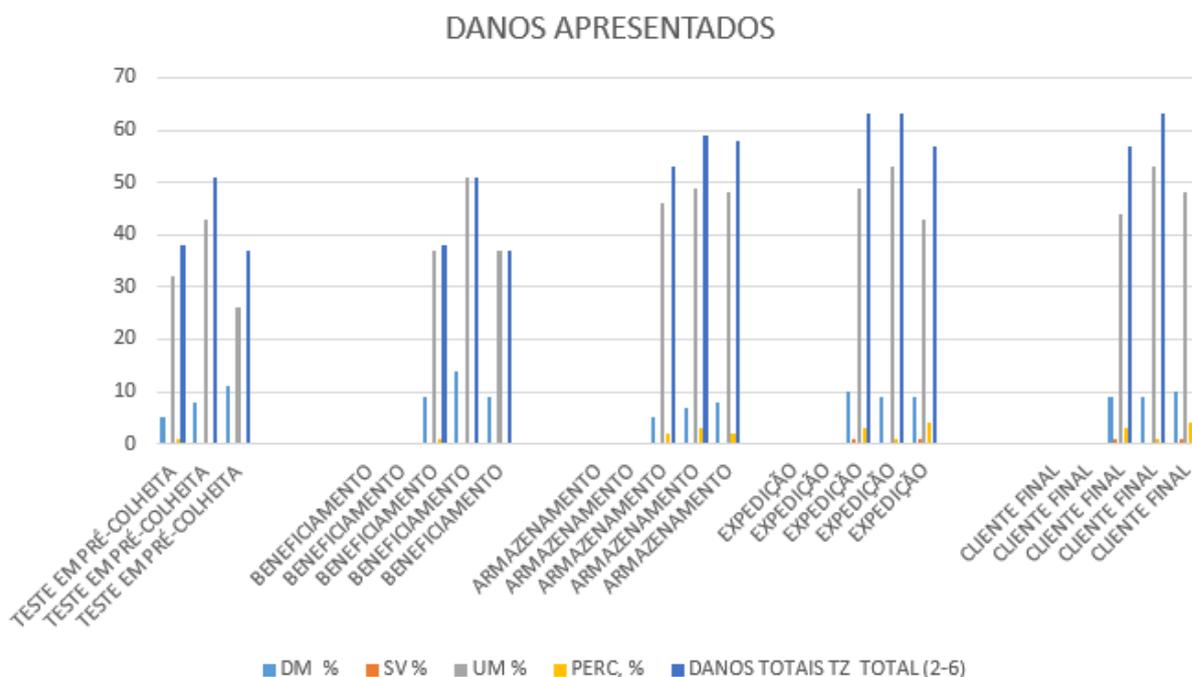
A metodologia usada nesse trabalho foi quantitativa e qualitativa. Na pesquisa quantitativa foi utilizando experimentos técnicos no Laboratório de Análise de Semente da empresa Uniggel Sementes, situado no município de Lagoa da Confusão - TO, durante o segundo semestre de 2022. Já na pesquisa qualitativa, foi utilizada ferramentas disponíveis na internet de autores e pesquisadores renomados na área agrícola, para facilitar o entendimento dos leitores. Foi necessário estabelecer uma conexão entre teoria e prática para garantir que o trabalho contenha fatos e que possamos comprovar o que foi feito durante a safra.

## 9 CONCLUSÕES

Durante o processo de produção de sementes é importante estar atento a todos os problemas que se pode enfrentar, em virtude disso o ideal é ter um bom monitoramento das lavouras e um bom manejo, monitorar pragas assim como o percevejo que ocasiona danos as sementes, comprometendo sua vida util, se atentar as condições climáticas e condições na qual a semente se encontra com grau de umidade adequado, é importante ter um rigoroso controle na seleção de sementes, avaliar se a mesma sofreu danos por altas temperaturas, sementes esverdeadas que por algum motivo teve comprometimento no seu desenvolvimento.

Com o uso do teste de tetrazólio foi relatado alguns danos as sementes, conforme apresentado no Gráfico 1:

Gráfico 1 - Danos apresentados nas sementes



Fonte: Elaboração própria.

Diante dos danos apresentados, podemos concluir que o Dano Mecânico não apresentou grandes problemas no momento de colheita, mais sofreu mais dano no processo de beneficiamento, onde passa por mais processos, dentro da unidade de beneficiamento, no armazento já houve uma redução devido não passar muita movimentação, no processo de expedição esse dano já expressa um aumento, devido

ao fato de estar manuseando essa semente, o dano mecânico se expressa também no cliente final, pois participa de vários processos no manejo do cliente.

As sementes de soja esverdeada e sementes que tiveram problemas por seca e altas temperaturas, apresentam danos no início do teste no qual é descartada toda a que não possui viabilidade, pode apresentar algum dano devido a esses fatores no decorrer do processo de produção, mais não é algo que venha a comprometer o lote, pois a mesma ainda pode estar finalizando seu processo de maturação.

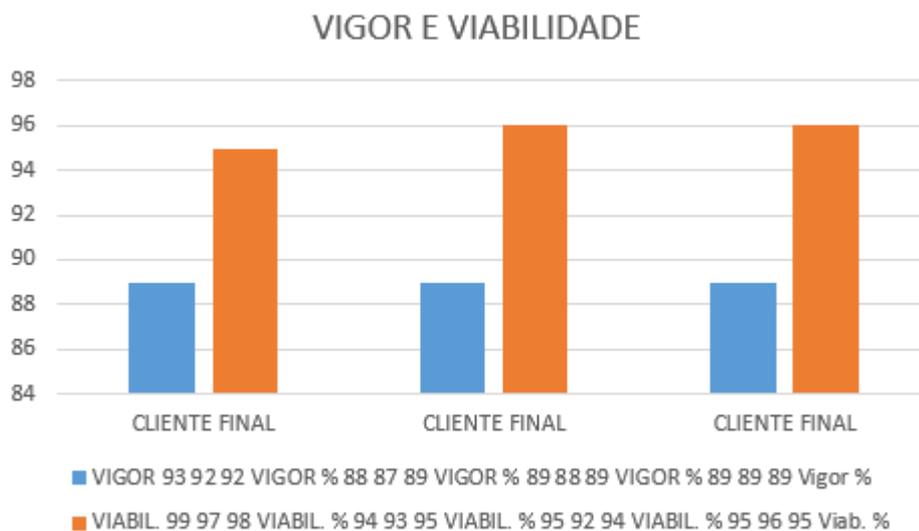
O dano por umidade se expressa pode se expressar com maior número no primeiro teste, mais pode vir a ter um aumento significativo devido ao armazenamento, transporte ou algum fator que possa interferir na temperatura da semente.

O dano por percevejo é encontrado no início do teste, mais é necessário fazer análise durante o processo de produção de sementes, pois pode haver algum desse dano que não se expressou nos testes iniciais.

Com o auxílio do teste de tetrazólio é possível avaliar toda a estrutura dessas sementes, visando a qualidade fisiológica e o vigor, ao mesmo tempo tendo esse acompanhamento durante todo o processo de produção.

Com o uso do teste de tetrazólio pode-se acompanhar o estado que se encontra o vigor, em cada etapa no processo de produção, com o teste de emergência em canteiro avaliamos como prova real de como foi o desempenho do teste de tetrazólio. Conforme Gráfico 2:

Gráfico 2 - Vigor e viabilidade de sementes



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que o teste de Tetrazólio é uma ferramenta que garante a análise da viabilidade de sementes, mostrando que o vigor e a viabilidade andam lado a lado, a viabilidade pouco a cima apresentando uma diferença em torno de 5 a 8%, mostrando uma eficiencia no processo de produção com um resultado eficaz, trazendo um melhor resultando a partir do teste final sobre emergencia em areia onde a emergencia das plantas aproximou-se ainda mais da viabilidade, com um percentual de 3 a 6% no desenvolvimento das sementes.

## REFERÊNCIAS

ALBENOOR, V. B. **Tecnologias de produção de soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Stillwater: Seed Vigor Test Committee of the Association of Official Seed Analysts. Washington: AOSA, 1983.

BOWLING, C. C. The stylet sheath as an indicator of feeding activity by the southern green stink bug on soybeans. **Journal of Economic Entomology**, v. 73, p. 1-3, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020**. Regulamenta a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.586-de-18-de-dezembro-de-2020-295257581>. Acesso em: 13 ago. 2022.

BULAT, H. Reduction processes in living tissue, formazan, tetrazolium salts and their importance as reduction-oxidation indicators in resting seed. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, v. 26, p. 686-696, 1961.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Tocantins** – Produção de grãos na safra 2021/22 tende a superar 5,5 milhões de toneladas no estado. 2021 (Online). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4432-tocantins-producao-de-graos-na-safra-2021-22-tende-a-superar-5-5-milhoes-de-toneladas-no-estado>. Acesso em: 13 ago. 2022.

COPELAND, T. G.; BRUCE, C. F.; MIDYETTE, J. W. The unofficial application of tetrazolium tests as an aid in checking germination claims. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v. 49, p. 134-141, 1959

FRANÇA-NETO, J. B. *et al.* **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

FRANÇA-NETO, J. B. *et al.* **Semente esverdeada de soja: causas e efeitos sobre o desempenho fisiológico** – Série Sementes. Londrina: Embrapa, 2012.

HENNING, A. A. **Tecnologias de produção de soja: Tecnologia de Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

HIRAKURI, H. M. **Tecnologias de produção de soja: contexto econômico da produção de soja**. Embrapa, 2020. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

MOORE, R. P. Soybean germination. **Seedsmen's Digest**, v. 11, n. 3, p. 12, 52, 54-55, 1960.

MOORE, R. P. Tetrazolium seed testing developments in North America. **Journal of Seed Technology**, v. 1, p. 17-30, 1976.

MOORE, R. P. Tetrazolium staining for assessing seed quality. *In*: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed Ecology**. London: Butterworth, 1973.

MOORE, R. P. TZ checks your seed for quality. **Crops and Soils**, v. 15, n. 1, p. 10-12, 1962.

PETERS, J. (Ed.). Tetrazolium testing handbook. Ithaca: Association of Official Seed Analysts. Washington: AOSA, 2007.

SEIXAS, C. D. S. *et al.* **Tecnologias da soja**. Londrina: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2022.

SINCLAIR, J. B. **Compendium of soybean diseases**. 2. ed. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1982.

SMITH, F. G. The mechanism of the tetrazolium reaction in corn embryos. **Plant Physiology**, v. 27, p. 445-456, 1952

SMITH, F. G.; THRONEBERRY, G. O. The tetrazolium test and seed viability. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v. 40, p. 105-109, 1951.

TURNIPSEED, S. G.; KOGAN, M. Soybean entomology. **Annual Review of Entomology**, v. 21, p. 247-282, 1976.

VILLAS BOAS, G. L. *et al.* **Efeito de cinco populações de percevejos sobre diversas características da soja cv. UFV-1**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1982.