

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes**



Dissertação

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E PERCENTUAL DE SEMENTES DE SOJA  
ESVERDEADAS PRODUZIDAS EM DIFERENTES ALTITUDES NO SUDOESTE  
GOIANO**

**GUILHERME HENRIQUE DA COSTA NUNES**

Pelotas, 2021

**GUILHERME HENRIQUE DA COSTA NUNES**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E PERCENTUAL DE SEMENTES DE SOJA  
ESVERDEADAS PRODUZIDAS EM DIFERENTES ALTITUDES NO SUDOESTE  
GOIANO**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Sementes  
da Faculdade de Agronomia Eliseu  
Maciel da Universidade Federal de  
Pelotas, como requisito parcial à  
obtenção do título de Mestre  
Profissional em Ciência e Tecnologia  
de Sementes.

Orientadora: Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Pelotas, 2021

Guilherme Henrique da Costa Nunes

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E PERCENTUAL DE SEMENTES DE SOJA  
ESVERDEADAS PRODUZIDAS EM DIFERENTES ALTITUDES NO SUDOESTE  
GOIANO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 27/07/2021

Banca Examinadora:

.....  
Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes (Orientadora)  
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria

.....  
Dra. Andrea Bicca Noguez Martins  
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....  
Dr. Cassyo de Araújo Rufino  
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

.....  
Dr. Andréia da Silva Almeida  
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

*Dedico este trabalho aos meus pais, Nair  
de Fátima Pereira Nunes e Valsemar  
Batista Nunes.*

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus, por ter me dado o dom da vida, por ter me presenteado com liberdade, ter me dado a graça de lutar para a conquista de minhas realizações.

À minha família que sempre me amparou nas horas difíceis e decisivas da minha vida.

À professora Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes pela orientação, paciência e dedicação.

À Pós-Doutoranda Andrea Bicca Noguez Martins pelos ensinamentos, apoio, orientação e contribuições valiosas neste trabalho.

À Sementes Goiás LTDA., pelo suporte oferecido. A todos os seus colaboradores, pelo apoio e dedicação.

Aos colegas, por todos os momentos vividos juntos, sem os quais essa jornada teria sido muito mais árdua.

Ao programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade e ao corpo docente por todo aprendizado.

Àqueles que embora não mencionados, sabem que contribuíram na realização deste trabalho.

A todos vocês, MUITO OBRIGADO!

*Se, porém, não lhes agrada servir ao Senhor, escolham hoje a quem irão servir, se aos deuses que os seus antepassados serviram além do Eufrates, ou aos deuses dos amorreus, em cuja terra vocês estão vivendo. Mas, eu e a minha família serviremos ao Senhor" (Josué 24:15).*

## **Resumo**

Guilherme Henrique da Costa Nunes. **Qualidade fisiológica e percentual de sementes de soja esverdeadas produzidas em diferentes altitudes no sudoeste goiano.** 2021. 48 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

A semente é um dos principais insumos agrícolas por conduzir ao campo características que determinarão o manejo, sendo que a sua qualidade fisiológica é um fator de grande importância para o estabelecimento das lavouras e produção de grãos. A localidade de produção das sementes de soja é determinante pois, de acordo com a temperatura e umidade que é submetida, principalmente na fase de deposição de reservas e maturação, pode afetar a atividade da enzima clorofilase, responsável pela degradação da clorofila, acarretando maiores níveis de sementes esverdeadas que comprometem a qualidade fisiológica dos lotes produzidos. Este trabalho objetivou avaliar o porcentual de sementes esverdeadas e a qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de soja, produzidos em campos de multiplicação com diferentes altitudes no sudoeste goiano. Foram registrados os dados de temperatura e precipitação pluviométrica dos campos a partir da fase de deposição de reservas até a colheita da soja, cujo cultivo ocorreu na safra 2019/2020. As sementes colhidas foram submetidas à avaliação do percentual de esverdeadas, aos testes de tetrazólio, envelhecimento acelerado, peso de mil sementes e percentual de rendimento de beneficiamento. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR. Os campos em mais elevadas altitudes apresentaram menores índices de sementes esverdeadas, independente do cultivar. Os resultados do teste de tetrazólio apontaram menores índices de vigor e viabilidade em campos de baixa altitude. Indiferente do cultivar, o ambiente alto apresentou maior percentual de plântulas normais, pelo teste de envelhecimento acelerado, mesmo padrão encontrado no rendimento de UBS. A temperatura máxima e mínima que o campo de produção foi submetido influenciou no percentual de sementes esverdeadas, plântulas normais e rendimento de beneficiamento, além do vigor e viabilidade.

**Palavras-chave:** Altitude, cultivares, clorofilase, vigor.

## **Abstract**

Guilherme Henrique da Costa Nunes. **Physiological quality and percentage of greenish soybean seeds produced at different altitudes in southwest of Goiás.** 48 p. Dissertation (Professional Master's). Postgraduate Program in Seed Science and Technology. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

Seed is one of the main agricultural inputs because it leads to characteristics that will determine management in the field, and its physiological quality is a factor of great importance for the establishment of crops and grain production. The location of production of soybean seeds is decisive because, according to the temperature and moisture that is submitted, mainly in the deposition and maturation phase, it can affect the activity of the enzyme chlorophyllase, responsible for the degradation of chlorophyll, resulting in greater greenish seed levels that compromise the physiological quality of the batches produced. This work aimed to evaluate the percentage of greenish seeds and the physiological quality of seeds of three soybean cultivars, produced in multiplication fields at different altitudes in southwestern of Goiás. Field temperature and rainfall data were recorded from the stage of deposition of crop reserves to the harvest of soybean, which was cultivation took place in the 2019/2020 crop year. Harvested seeds were submitted evaluate the percentage of greenish seeds, vigor and viability by the tetrazolium test, percentage of normal plants by the accelerated aging test, TSW and seed processing unit (SPU). Statistical analyzes were performed with the aid of the SISVAR statistical program. Fields at higher altitudes had lower levels of greenish seeds, regardless of cultivar. The tetrazolium test results indicated lower vigor and viability indices in low altitude fields. Regardless of the cultivar, the high environment showed the highest percentage of normal plants, by the accelerated aging test, the same pattern found in the SPU yield. The maximum and minimum temperature that the production field was subjected to influenced the percentage of greenish seeds, normal plants and SPU yield, in addition to vigor and viability.

**Keywords:** Altitude, cultivars, chlorophyllase, vigor.

## Lista de Figuras

Figura 1. Correlação entre o percentual de sementes esverdeadas e a temperatura máxima.....	.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>		
Figura 2. Correlação entre o percentual de sementes esverdeadas e a temperatura mínima.....	.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.9</b>		
Figura 3. Correlação entre o percentual de esverdeadas e a precipitação acumulada.....	.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.9</b>		
Figura 4. Correlação entre o vigor (tetrazólio) e a temperatura máxima.....	.....	30
Figura 5. Correlação entre o vigor (tetrazólio) e a temperatura mínima.....	.....	30
Figura 6. Correlação entre a viabilidade (tetrazólio) e a temperatura máxima.....	.....	31
Figura 7. Correlação entre a viabilidade (tetrazólio) e a temperatura mínima.....	.....	32
Figura 8. Correlação entre o rendimento de beneficiamento e a temperatura máxima.....	.....	32
Figura 9. Correlação entre o rendimento de beneficiamento e a temperatura mínima.	.....	33
Figura 10. Correlação entre o percentual de plântulas normais (envelhecimento acelerado) e a temperatura máxima.....	.....	34
Figura 11. Correlação entre o percentual de plântulas normais (envelhecimento acelerado) e a temperatura mínima.....	.....	34
Figura 12. Precipitação diária e acumulada no campo de produção de baixa altitude medida da Fase Fenólica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.....	.....	46

Figura 13. Temperaturas mínima e máxima do campo de produção de baixa altitude medidas da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.....	46
Figura 14. Precipitação diária e acumulada no campo de produção de média altitude medida da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.....	47
Figura 15. Temperaturas mínima, média e máxima do campo de produção de média altitude medidas da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.....	47
Figura 16. Precipitação diária e acumulada no campo de produção de alta altitude medida da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.....	48
Figura 17. Temperaturas mínima, média e máxima do campo de produção de alta altitude medidas da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.....	48

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Campos de multiplicação onde se produziram as sementes do estudo....	25
Tabela 2. Datas das fases fenológicas R6 e das colheitas das parcelas do estudo....	25
Tabela 3. Percentual de sementes esverdeadas em função do ciclo da soja ( <i>G. max</i> ) e altitude de produção.....	36
Tabela 4. Viabilidade (%) de sementes de soja ( <i>G. max</i> ), obtida através do teste de tetrazólio, em função do ciclo e altitude de produção.....	36
Tabela 5. Vigor (%) de sementes de soja ( <i>G. max</i> ), obtido através do teste de tetrazólio, em função do ciclo e altitude de produção.....	37
Tabela 6. Envelhecimento acelerado (% de plântulas normais) de três cultivares de sementes de soja ( <i>G. max</i> ) em função do ciclo e altitude de produção.....	38
Tabela 7. Peso de mil sementes (g) de soja de sementes de soja ( <i>G. max</i> ) em função do ciclo e altitude de produção.....	38
Tabela 8. Percentual de rendimento de beneficiamento (%) de sementes de soja ( <i>G. max</i> ) em função do ciclo e altitude de produção.....	39

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

AOSA	<i>Association of Official Seed Analysts</i>
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DR	Doutor
DRA	Doutora
G	Gramas
EUA	Estados Unidos da América
ISTA	<i>International Seed Testing Association</i>
KG	Quilograma
LTDA	Limitada
M	Metros
M <sup>2</sup>	Metros quadrados
MM	Milímetros
PMS	Peso de mil sementes
PROF	Professor (a)
UBS	Unidade de Beneficiamento de Sementes
°C	Graus Celsius
%	Porcentual

## **Sumário**

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>166</b>
<b>2.1 A Cultura da soja no Brasil .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b> <b>6</b>
<b>2.2 Produção de sementes.....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b> <b>7</b>
<b>2.3 Sementes esverdeadas .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b> <b>8</b>
<b>2.4 Vigor .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b> <b>0</b>
<b>2.5 Teste de tetrazólio .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b> <b>1</b>
<b>2.6 Envelhecimento acelerado .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b> <b>3</b>
<b>2.7 Rendimento de beneficiamento de sementes .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b> <b>4</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>244</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>288</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b> <b>0</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>401</b>
<b>7 ANEXOS .....</b>	<b>46</b>

## 1 Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é hoje um dos grãos de maior importância mundial, devido ao seu alto nível proteico, destinado à alimentação animal e humana, e seu alto teor de óleo, que vem sendo utilizado de várias maneiras, inclusive como biodiesel. O Brasil é o maior produtor mundial (CONAB, 2020), onde mais da metade do grão produzido é destinado à exportação, principalmente para países como a China e Reino Unido. Somente a exportação da soja representa 8% do exportado pelo país (DALL'AGNOL et al., 2018).

O Centro Oeste brasileiro composto por Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal, é responsável por 45,1% de toda a produção do Brasil. Somando o Cerrado do Oeste baiano, Maranhão, Tocantins e Piauí, representa 53,89% da produção nacional. Assim sendo, o cerrado brasileiro é responsável por mais da metade da produção nacional (IBGE, 2020). Se tratando de Goiás, a microrregião do sudoeste goiano é caracterizada pela forte influência da agricultura moderna e grandes investimentos agroindustriais, incluindo uma grande concentração de sementeiras, sendo a maior região produtora agrícola do Estado, destacando-se a soja, com mais de 50% da produção do Estado.

Um dos insumos de elevada importância na produção agrícola são as sementes, sendo que sua qualidade fisiológica é de essencial importância para implantação das culturas. A qualidade fisiológica de sementes, com destaque à germinação e vigor, é um importante fator para estabelecimento das lavouras e produção de grãos (SCHEEREN & PESKE, 2010).

Vários fatores podem influenciar a qualidade das sementes de soja durante sua produção, alguns deles ligados aos estresses abióticos e/ou bióticos os quais podem induzir a má formação das sementes e a coloração esverdeada após a maturação fisiológica.

Sementes esverdeadas afetam diretamente a qualidade fisiológica dos lotes (ZORATO et al., 2007; FRANÇA NETO et al., 2012; ARRUDA et al., 2016). Este tom esverdeado é transmitido pela clorofila presente nas estruturas das sementes, particularmente nos cotilédones. Essa molécula é de difícil degradação, principalmente quando à ação da enzima clorofilase é interrompida antes da

degradação completa de a clorofila (BROWN, 2017). A característica esverdeada nas sementes pode ser intensificada nos estádios finais da formação da semente devido à redução brusca no teor de água, como consequência da interrupção da translocação de fotoassimilados e consequente maturação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; TAIZ et al., 2017). Esta fase passa a ser caracterizada como ponto de maturidade fisiológica, a partir da qual, todas as estruturas essenciais da semente já devem estar formadas ocorrendo o desligamento fisiológico entre a semente e a planta mãe. Estudos realizados para avaliar a influência da presença de sementes esverdeadas no vigor de sementes de soja identificaram que a presença de clorofila reduz a qualidade fisiológica de sementes de soja (TEIXEIRA et al., 2020).

Nesse contexto, ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes esverdeadas produzidas durante o vazio sanitário em Formoso do Araguaia-TO, foi observado que lotes de sementes de soja com níveis de esverdeados acima de 17% têm sua qualidade fisiológica comprometida e não são recomendados para a semeadura, com risco de comprometer a germinação e estabelecimento de plântulas normais a campo (ARRUDA et al, 2016). Portanto, o conhecimento prévio de fatores que possam influenciar na qualidade fisiológica do lote de sementes torna-se crucial para a adoção de práticas de manejo, podendo muitas vezes amenizar o risco de colher sementes com vigor duvidoso, resultando em lote de baixa qualidade.

A região de cultivo poderá influenciar a qualidade fisiológica da semente a ser produzida, na medida em que irá proporcionar melhores ou piores condições de umidade e temperatura durante a maturação (COSTA et al., 2005).

Apesar de alguns estudos analisando a qualidade fisiológica de sementes já terem sido realizados em outras regiões do país, ainda não está totalmente elucidada a influência da altitude e suas interações com temperatura, umidade e déficit hídrico, sobre o nível de sementes esverdeadas de soja no Sudoeste Goiano, região que se destaca como grande produtora de sementes de soja.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o porcentual de sementes esverdeadas e a qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de soja, produzidos em campos de multiplicação com diferentes altitudes no sudoeste goiano, durante a Safra 2019/2020.

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 A Cultura da soja no Brasil

A soja no final da década de 60 passou a ser enxergada no Brasil como um produto comercial, fato este que mais tarde influenciaria no cenário mundial de produção deste grão. Nessa época a soja surgia como a opção de safra verão em sucessão ao trigo, sendo que apenas em 1966 a produção de soja se tornou uma estratégica devido ao mercado de suínos e aves necessitarem do farelo da oleaginosa. Em função da explosão do preço da soja no mercado mundial, agricultores e o governo brasileiro despertaram mais interesse na cultura, tendo como vantagem a safra brasileira ocorrer na entressafra americana, quando os preços atingem maiores cotações (MANDARINO, 2017).

Com o desenvolvimento da soja no Brasil, passou-se a investir em pesquisas para melhor adaptação da cultura para as condições locais. Investimentos foram feitos na pesquisa levando a tropicalização da soja, permitindo que o grão fosse plantado com sucesso em regiões de baixa altitude. Diante de tantos avanços, a soja se tornou uma cultura de grande importância econômica para o Brasil, tornando-se a principal cultura do agronegócio brasileiro. Seus grãos são muito usados pela agroindústria na produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal, indústria química e de alimentos (MANDARINO, 2017).

No Brasil a safra soja 2019/2020 apresentou um acréscimo na área de 2,7% em relação a última safra, saindo de 35.874 mil hectares para 36.843,5 mil hectares (CONAB, 2020). Assim, o Brasil passou a ocupar o primeiro lugar na produção mundial desta oleaginosa (GRANADOS, 2020).

A cultura apresentou maiores produtividades na safra 2019/2020 nos estados de Mato Grosso, Paraná, Goiás, São Paulo, Maranhão e Distrito Federal, em contrapartida o estado do Rio Grande do Sul obteve o pior rendimento em relação as últimas oito safras, devido à seca histórica enfrentada (AGROCLIMA/CLIMATEMPO, 2020). O estado de Mato Grosso colheu a maior safra da história, com produtividade média de 3.489 kg/ha, 4,3% maior que o registrado no ciclo anterior, de 3.346 kg/ha, totalizando 34.904,3 mil toneladas, elevação de 7,5% em relação à safra anterior, na qual, 32.454,5 mil toneladas foram produzidas (CONAB, 2020). O estado do Paraná obteve produtividade média de 3.774 kg/ha, incremento de 26,3% em relação à safra

anterior. Em Goiás os grãos apresentaram ótima qualidade e rendimento médio alcançou 3.516 kg/ha, e sua produção totalizou 12.464,6 mil toneladas, representando um incremento de 9% em relação à safra anterior (CONAB, 2020). Em São Paulo, as lavouras foram favorecidas por condições climáticas durante todo o seu desenvolvimento vegetativo, obtendo uma produtividade de 3.567 kg/ha, com um incremento 31,2% da produção em relação ao período passado, atingindo 3.958,7 mil toneladas (CONAB, 2020). No Maranhão a produtividade média foi de 3.196 kg/ha, representando um aumento de 8,7% em relação à safra anterior e no Distrito Federal, a área plantada com soja na safra 2019/2020 foi de 74,5 mil hectares, 1,8% superior à cultivada na safra anterior, e a produtividade atingida foi de 3.900 kg/ha resultando em uma produção de 290,6 mil toneladas (CONAB, 2020).

A microrregião do sudoeste de Goiás é marcada pela forte influência da agricultura e grandes empreendimentos do agronegócio, por exemplo várias sementeiras instaladas, sendo a maior microrregião produtora de produtos agrícolas do Estado, com destaque para soja, com mais de 50% da produção do Estado. É formada pelos seguintes municípios: Aparecida do Rio Doce, Aporé, Caiapônia, Castelândia, Chapadão do Céu, Doverlândia, Jataí, Maurilândia, Mineiros, Montividiu, Palestina de Goiás, Perolândia, Portelândia, Rio Verde, Santa Helena de Goiás, Santa Rita do Araguaia, Santo Antônio da Barra e Serranópolis (GOIÁS, 2003).

O avanço nas pesquisas e tecnologias visando aumento da produtividade associado ao potencial de expansão na área cultivada, tornam o Brasil protagonista na oferta no mercado de soja mundial, consolidando-se como um grande fornecedor de alimentos para sustentar o crescimento da população mundial.

## **2.2 Produção de sementes**

O sucesso de uma lavoura depende de inúmeros fatores, sendo um deles o uso de sementes de alta qualidade, que vão gerar plântulas mais vigorosas com melhor desempenho em campo. A qualidade da semente de soja é composta por quatro pilares: qualidade fisiológica, qualidade genética, qualidade sanitária e qualidade física, sendo a produção de sementes de elevado potencial fisiológico um desafio para o setor sementeiro, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Nessas regiões, a produção desse insumo só é possível mediante a adoção de um conjunto de técnicas e a não utilização das mesmas pode resultar na produção de

semente com qualidade inferior, que, caso semeada, causará severos problemas na lavoura e reduções de produtividade (FRANÇA NETO et al., 2016).

Um dos pilares da produção de sementes de alta qualidade é a seleção dos campos em localidades apropriadas, onde as fases de maturação e de colheita ocorram sob temperaturas amenas, associadas a precipitações discretas. Tais condições não são facilmente encontradas no Brasil, porém podem ocorrer em áreas com altitude superior a 700 m e com o ajuste do momento de semeadura que, estrategicamente, deve ser definida baseado na previsão de chuvas na colheita.

Nas regiões tropicais e subtropicais, a data de semeadura é definida para a obtenção de máximas produtividades. Entretanto, para a produção de sementes, o fator qualidade tem prioridade sobre o fator produtividade. A época de semeadura deve ser ajustada de tal modo que a maturação da semente ocorra sob condições de temperaturas amenas associadas a menores precipitações (FRANÇA NETO et al., 2012). De maneira geral, para os estados do Paraná, de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e de Minas Gerais, para a produção de semente de alta qualidade os melhores períodos de semeadura são aqueles realizados a partir do início de novembro. A semeadura realizada antes dessa época tende a coincidir com períodos de umidade elevada durante o período de maturação. A combinação de chuvas, associada a altas temperaturas, acarretam problemas de baixa germinação, elevada percentagem de deterioração por umidade e de alta incidência de patógenos. Semeaduras após meados de dezembro podem resultar em semente de baixa qualidade devido, principalmente, ao ataque de percevejos sugadores (FRANÇA NETO et al., 1984).

### **2.3 Sementes esverdeadas**

Plantas quando ainda imaturas e sujeitas aos estresses bióticos e abióticos, resultam em morte prematura ou em uma maturação forçada, produzindo assim sementes esverdeadas, o que reduz a qualidade fisiológica e organoléptica (FRANÇA NETO et al., 2007). Dentre os estresses ambientais, os causados por altas temperaturas, principalmente em períodos de veranicos durante a maturação da soja trazem grandes prejuízos, pois nesta fase ocorre a translocação muito rápida das reservas e menores taxas de fotossíntese, o que impede a degradação completa da

clorofila resultando em sementes esverdeadas de qualidade baixa (MARCOS FILHO, 2005).

Veranico é um fenômeno meteorológico caracterizado por um período de, no mínimo, quatro dias sem precipitação e calor intenso em plena estação chuvosa do ano (JACÓBSEN, 1999). Nas últimas safras da região Sudoeste de Goiás tal fenômeno vem acarretando efeitos como os altos índices de sementes esverdeadas, causando prejuízos ao setor sementeiro local, por reduzir a qualidade dos lotes produzidos, direcionando-os ao descarte.

Grãos esverdeados trazem severos prejuízos para indústria, comercialização e produção de sementes. A extração do óleo de grãos verdes sofre redução em sua estabilidade oxidativa o que leva ao produto o processo de rancificação reduzindo sua vida útil de prateleira, trazendo perdas na indústria (ZORATO, 2003). A presença desses grãos além de reduzir o valor comercial obtendo descontos, trazem maiores problemas na comercialização. No Brasil é permitido pela classificação um percentual de 10% de grãos esverdeados, já nos Estados Unidos esse percentual cai para 1%, por isso a dificuldade de comercialização é enorme (ZORATO, 2003).

A produção de sementes é outro setor muito prejudicado com a degradação parcial da clorofila, que de acordo com as variações de tonalidade do verde remanescente nas sementes pode interferir negativamente na qualidade fisiológica das mesmas (ZORATO, 2003). Sementes esverdeadas possuem menor poder germinativo e menor vigor, sendo que ambos afetam de forma significativa o estabelecimento de estandes iniciais, devido à dificuldade dessas sementes de emergirem. Esse tipo de semente pode apresentar mudanças durante o armazenamento que, associadas ao processo de deterioração, são responsáveis pela menor longevidade (ZORATO, 2003).

Diante de tantos problemas é necessário que se entenda os fatores que predispõem a soja à expressão de semente esverdeada, tentando reduzi-las ao máximo. Altos índices de sementes esverdeadas podem ser provocados por características genéticas, estresses ambientais, posicionamento das vagens na planta, manejo inadequado, como a aplicação de dessecante antes do estádio ideal (ponto de maturidade fisiológica), e a colheita antecipada (FRANÇA NETO et al., 2012).

Alguns pesquisadores sugerem que a região para a produção de sementes de alta qualidade deverá apresentar altitude superior a 700m, com predominância de

condições de temperatura amena associada a baixos índices de precipitação no período de maturação à colheita (FRANÇA NETO et al., 1994). Sementes de soja sofrendo desidratação de maneira rápida, não perdem a clorofila no mesmo grau como as sementes desidratadas de forma lenta (ADAMS et al., 1983).

Vasconcelos et al. (2009) avaliando a qualidade de sementes de soja em diferentes locais de Minas Gerais, encontraram grande influência do ambiente na qualidade fisiológica das sementes.

## 2.4 Vigor

Existem várias definições para vigor de sementes. A *International Seed Testing Association* (ISTA) define vigor como um índice do grau de deterioração fisiológica ou integridade mecânica de um lote de sementes de alta germinação, representando sua ampla habilidade de estabelecimento no ambiente como o índice do grau de deterioração fisiológica. Outras definições como a da *Association of Official Seed Analysts* (AOSA) interpreta o vigor de sementes como sendo aquela propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo.

Ambas as definições abordam apenas as consequências práticas do vigor, sendo este referido como um “índice” ou “aquela propriedade da semente”. A justificativa para isto é que o vigor das sementes não é uma única propriedade mensurável, como a germinação, mas um conceito descrevendo inúmeras características associadas com vários aspectos de representação no campo.

A importância do teste de vigor está no fato da germinação por si só não ser capaz de expressar o potencial de desenvolvimento da plântula em determinado ambiente.

O vigor de sementes é um atributo que influencia na produtividade. Strucker et al. (2018) em seu trabalho observou que independente do material genético, maiores produtividades foram observadas quanto maior o vigor das sementes, apresentando incremento de produtividade de até 20%. Scheeren & Peske (2010) obtiveram resultados convergentes, em que sementes de maior vigor comparadas com as de menor apresentaram incremento de 9% na produtividade. Vanzoline &

Carvalho (2002) acrescentam que lotes de sementes com diferentes níveis de vigor, mas com germinação acima do padrão não resultam em produtividades significativamente diferentes. Outros autores verificaram que o vigor de sementes influencia mais no desenvolvimento inicial de plântulas (EDJE & BURRIS, 1971; NAKAGAWA et al., 1985; TULLY et al., 1986; TEKRONY & EGLI, 1991; FINCH-SAVAGE, 1995; ARANHA, 1998).

A importância comercial do vigor é tamanha que em culturas como o amendoim, Carvalho & Toledo (1978) verificaram que, mesmo com ajuste da população, a produção por área de plantas provenientes de sementes de baixo vigor pode ser significativamente inferior à das originadas de sementes de alto vigor quando o estande no campo for inferior a 50% do número de sementes usadas na semeadura.

Novos conhecimentos sobre o vigor das sementes chegaram dos campos da biologia molecular, biotecnologia, biofísica e análises de imagem de sementes e plântulas. Estas novas abordagens aprimoraram nossa compreensão de vários aspectos da fisiologia e tecnologia das sementes e são considerados símbolos da modernidade que devem servir como complementos importantes à pesquisa tradicional de sementes (MARCOS FILHO, 2015).

De maneira geral, mesmo com uma ampla disponibilidade de métodos para avaliar o vigor das sementes, incluindo a padronização de procedimentos para a realização dos testes recomendados, existem novas oportunidades de pesquisa para melhorar a metodologia dos testes tradicionais de vigor das sementes. O foco é promover a padronização de testes, precisão, objetividade, redução do tempo necessário para conduzir o teste com consistência nas informações fornecidas. O uso de recursos computacionais para a avaliação do potencial fisiológico das sementes é um exemplo da melhoria dos testes tradicionais. Não há dúvida que a utilização de computadores para avaliação do vigor de sementes aumentará significativamente com o passar dos anos (MARCOS FILHO, 2015).

## **2.5 Teste de tetrazólio**

O desenvolvimento de testes rápidos e que apresentassem precisão, visando a determinação da qualidade fisiológica das sementes, foi e tem sido um dos principais objetivos dos fisiologistas e tecnologistas de semente há vários anos (FRANÇA NETO

et al., 2016). Vários testes foram feitos, porém as primeiras tentativas que apresentaram sucesso na avaliação de viabilidade de sementes usando bio-corantes foi em 1922 na Jugoslávia, realizadas por Turina em 1925 e na Rússia por Neljubow. Turina trabalhou com a redução de sais de telúrio e de selênio nas células das sementes e Neljubow relatou algum sucesso com a utilização de índigo-carmim (FRANÇA NETO et al., 2016).

Avanços significativos do teste ocorreram em 1950 e em 1956 foi fundado o Comitê de Tetrazólio da ISTA, contribuindo para significantes desenvolvimentos no teste e fornecendo diversos treinamentos sobre ele. Em 1960 houve progressos significativos relativos à aplicação prática do teste, sendo criado o primeiro manual abordando a sua metodologia (FRANÇA NETO et al., 2016). Em 1970 a utilização do teste foi aceita pela AOSA. No Brasil, a Embrapa Soja teve papel de extrema importância na adoção do teste de tetrazólio em sementes de soja, devido a diversos treinamentos que foram oferecidos (FRANÇA NETO et al., 2016).

O princípio do teste de tetrazólio é baseado na atividade das enzimas desidrogenases as quais catalisam as reações respiratórias nas mitocôndrias durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Quando a semente de soja é imersa na solução incolor, 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 trifénilformazan (FRANÇA NETO et al., 2016). O teste permite que se avalie a viabilidade da semente, classificando-as em classes, que vão do número 1 que são sementes de mais alto vigor até a classe 8 que são sementes mortas, além de avaliar dano mecânico, dano por percevejo e dano por umidade (FRANÇA NETO et al., 2016).

O teste de tetrazólio apresenta algumas limitações, como a necessidade de pessoas treinadas para sua execução, consome maior tempo do analista quando comparado ao teste de germinação, em contrapartida apresenta maiores vantagens e vem sendo cada vez mais utilizado por ser considerado um teste rápido onde é possível identificar o vigor e viabilidade em apenas 16 horas no caso de sementes de soja, fornecendo informações das possíveis causas da redução da qualidade das sementes, apresentando baixo custo para realização do teste, não sendo influenciado por fatores como a dormência da semente. Devido a tantos pontos positivos a tendência é que o teste seja mais utilizado ano após ano (FRANÇA NETO et al., 2016).

## 2.6 Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado fornece informações valiosas sobre potenciais de armazenamento e emergência de plantas. Nesse teste as sementes são hidratadas a um nível específico quando expostas a temperaturas relativamente altas (40 a 45 °C, geralmente 41 °C) e umidade (cerca de 100% de umidade relativa). Após este tratamento de envelhecimento, as sementes são submetidas ao teste de germinação, onde lotes de sementes com maior vigor toleram melhor a condição do que lotes de sementes com menor vigor, produzindo uma porcentagem maior de plantas normais (BAALBAKI et al., 2009).

A introdução e uso do teste de envelhecimento acelerado no Brasil ocorreu próximo à época em que o mesmo estava sendo desenvolvido nos EUA. O primeiro estudo foi conduzido conduzido por Toledo (1966) que considerou o teste promissor para sementes de algodão. Na sequência, Abrahão & Toledo (1969) concluíram o mesmo para sementes de feijao e Zink (1970) para as sementes de milho.

O teste de envelhecimento acelerado logo entrou em uso como teste de vigor. Woodstock (1976) ressaltou sua facilidade de padronização e como ela foi enfatizada por vários tecnólogos de sementes durante a década de 1970.

A procura por novos testes que aprimorassem os tradicionais usados para avaliar o potencial fisiológico (germinação e vigor) das sementes e com o objetivo de que os resultados expressem o potencial de desempenho do lote de sementes sob condições de campo continuaram sendo pesquisados. Metodologias e testes de vigor, utilizados no Brasil, em pesquisa e trabalhos de rotina foram relatadas por Vieira et al. (1994). Dentre estes, encontram-se os testes baseados no estresse das sementes como o teste de envelhecimento acelerado (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Jianhua & McDonald (1996) propuseram o teste de envelhecimento acelerado por sal saturado, que utiliza o mesmo equipamento e procedimento que o teste de envelhecimento acelerado padrão, exceto a substituição de água para uma solução salina saturada (geralmente NaCl). Os primeiros resultados obtidos pela Universidade Estadual de Ohio em laboratório foi com sementes de *Impatiens* que mostrou redução nas taxas de captação de água e deterioração de sementes e vantagens adicionais de simplicidade e decréscimo de crescimento de microrganismos que representam uma preocupação em um teste tradicional de envelhecimento acelerado. Conforme

relatado por Marcos Filho (2015), o teste de envelhecimento acelerado tem sido intensamente utilizado no Brasil para testar sementes de várias espécies, como o pimentão (*Capsicum anuum*, L.), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*), milho (*Zea mays* L.), pepino (*Cucumis sativus*), berinjela, lentilha (*Lens esculentus* L.), alface, melão (*Cucumis melo* L.), aveia (*Avena sativa* L.), abóbora (*Cucurbita pepo* L.), rabanete (*Raphanus sativus* L.), espinafre (*Spinacea oleracea* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill), beterraba sacarina (*Beta vulgaris* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.).

## 2.7 Rendimento de beneficiamento de sementes

Para se obter sementes de alto padrão de qualidade, a fase de beneficiamento configura-se como importante etapa. O objetivo do beneficiamento é a padronização dos lotes e a separação dos materiais indesejáveis como impurezas, sementes de plantas daninhas, sementes imaturas, malformadas e deterioradas e as atacadas por fungos e insetos (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000) e, desta forma, enquadrar os lotes nos padrões de comercialização que estão pré-estabelecidos pelas normas legais vigentes (PESKE & BAUDET, 2003).

Baudet & Peske (2004) apontam que o descarte médio no beneficiamento de sementes de soja após passar pela pré-limpeza, máquina de ar e peneiras, mesa de gravidade, separador de espiral e padronizador é de 25% em relação à quantidade bruta inicial, resultando num rendimento de beneficiamento de 75%. O descarte, dependendo da safra, cultivar e região, pode oscilar e ultrapassar 30%.

## 3 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em campos de multiplicação de sementes da Sementes Goiás LTDA., no ano agrícola 2019/2020, em três altitudes do Sudoeste Goiano (Tabela 01). Os solos da região são classificados como latossolos com topografia plana a suave-ondulada, normalmente distróficos e ácidos, com baixa a média capacidade de troca de cátions (REATTO et al., 1998). O clima é do tipo Aw (Köppen) – tropical, temperatura média do ar no mês mais frio é superior a 18°C (Megatérmico). A média anual da precipitação pluviométrica é aproximadamente de 1.500 a 1.800 mm ano<sup>-1</sup> e a média anual de temperatura do ar é de 23°C.

**Tabela 1.** Campos de multiplicação onde se produziram as sementes do estudo.

Campo	Fazenda	Município	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Baixo	Cerradão	Aparecida do Rio Doce	565	18° 18' 28,03"S	51° 16' 54,20"W
Médio	2P	Rio Verde	740	18° 00' 48,59"S	50° 58' 21,35"W
Alto	Pindaíbas	Montividiu	906	17° 30' 19,75"S	51° 12' 50,65"W

Foram semeados três cultivares de soja com forte participação de mercado no Sudoeste Goiano na Safra 2019/2020, um de ciclo precoce (68I69RSF IPRO, na população final de 320.000 plantas ha<sup>-1</sup>), outro médio (74I77RSF IPRO, na população final de 300.000 plantas ha<sup>-1</sup>) e um tardio (8579RSF IPRO, na população final de 220.000 plantas ha<sup>-1</sup>), ambos de hábito de crescimento indeterminado.

As datas de semeadura foram 08/10, 26/10 e 27/10/2019 para os campos de alta, média e baixa altitude, respectivamente. A semeadura se deu com trator John Deere 5078E e semeadora-adubadora John Deere 1109A, na velocidade de 5,5 km h<sup>-1</sup>, com adubação de base de 500kg de superfosfato Simples.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 (altitude x cultivar) com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas de cinco linhas espaçadas de 0,45m, e cinco metros de comprimento, totalizando uma área total de 11,25m<sup>2</sup>. De cada parcela foram colhidas amostras de 2kg de sementes.

Os dados de temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica, durante as fases de deposição de reservas (R6) e de maturação fisiológica (R7) até a colheita, nas datas apresentadas na Tabela 2, foram obtidos diariamente em estações meteorológicas distantes no máximo 3.000m dos experimentos e são apresentados nos ANEXOS deste trabalho.

**Tabela 2.** Datas das fases fenológicas R6 e das colheitas das parcelas do estudo.

Altitude	Ciclo	Fase R6	Colheita
Baixa	Precoce	10/01/2020	03/02/2020
	Médio	15/01/2020	12/02/2020
	Tardio	24/01/2020	20/02/2020
Média	Precoce	12/01/2020	04/02/2020
	Médio	16/01/2020	13/02/2020
	Tardio	27/01/2020	22/02/2020
Alta	Precoce	27/12/2019	21/01/2020
	Médio	31/12/2019	28/01/2020
	Tardio	11/01/2020	07/02/2020

O percentual de sementes esverdeadas foi obtido através do processo padrão da Sementes Goiás LTDA., em que as amostras inicialmente passaram pelo separador em espiral, isolando as sementes esféricas do material de diferente formato (descarte). Em seguida, foram pesados 300 gramas da semente esférica que, sob lupa circular, passaram por avaliação visual de presença ou ausência de pigmento verde nos seus cotilédones. Semente com qualquer vestígio de pigmento verde nos cotilédones foi isolada e pesada. Os resultados foram computados para cálculo da média porcentual da amostra.

Após a determinação dos porcentuais de sementes esverdeadas no Laboratório de Sementes da Sementes Goiás LTDA., as amostras foram submetidas aos seguintes testes:

### **Teste de tetrazólio**

Foi realizado com duas subamostras de 50 sementes para cada amostra proveniente das parcelas. As sementes foram colocadas sobre papel toalha pré-umedecido com água, por 16 horas, à temperatura de 25°C. Em seguida, as sementes foram inseridas em copos plásticos, submersas em solução 0,075% de sal tetrazólio, por 2 horas, à temperatura de 40°C ± 1°C, em estufa, no escuro. Após esse período de coloração, a solução foi drenada e as sementes foram lavadas em água corrente. As avaliações de vigor, viabilidade e danos fisiológicos presentes foram realizadas de acordo com critérios de França Neto et al. (1999).

### **Envelhecimento acelerado**

Foram utilizadas 200 sementes de cada amostra proveniente das parcelas, depois distribuídas em camada uniforme sobre uma tela de alumínio fixada no interior de caixa plástica tipo gerbox, isolando-as de 40mL de água. Tampadas, as caixas foram acondicionadas em câmara à 41°C por 72 horas. Após este período, foi instalado o teste de germinação, utilizando quatro repetições de 50 sementes, sendo as avaliações efetuadas no quinto dia após a instalação e o resultado expresso em porcentagem de plântulas normais, conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

### **Peso de mil sementes (PMS)**

Realizado conforme adaptação de instruções de Brasil (2009), onde oito repetições de 100 sementes por tratamento foram contadas e tiveram suas massas determinadas; os resultados foram expressos em gramas.

### **Percentual de rendimento de beneficiamento**

Na recepção da amostra, foi estimado seu rendimento de beneficiamento, prática comum para avaliar a qualidade e uniformidade das sementes e para pagamento de bonificação, valorizando as boas práticas de produção a campo. O rendimento prévio foi estimado conforme a metodologia utilizada pelas unidades de recebimento de sementes, simulando o beneficiamento através da aplicação de um teste de peneiras, espiral e avaliações visuais da qualidade das sementes.

Primeiramente foram pesados 500g da amostra bruta, que passaram por um jogo de três peneiras, composta por fundo, peneira 3 e 4,5mm. O conteúdo da peneira de fundo foi considerado impureza e o retido na peneira de 3,0mm, descarte. As sementes retidas na peneira 4,5mm passaram pelo separador em espiral, separando as sementes esféricas do descarte.

Por fim, um novo teste de peneiras, variando de 5,0 a 7,5mm a cada 0,25mm, foi aplicado, definindo, com base em retenção, tamanho e visual, quais são os dois tamanhos de sementes disponibilizados comercialmente, conhecidos no mercado como sementes de Peneira 1 e 2. Tanto o conteúdo acima de 7,5mm, quanto àquele abaixo da peneira comercialmente menor (Peneira 1) foram considerados descarte.

A soma dos descartes com a impureza trata-se do volume que não se tornará sementes, considerado descarte de beneficiamento. A soma das massas das sementes de Peneira 1 e 2, dividida pela massa da amostra bruta (500g), representa o percentual de rendimento de beneficiamento, pois trata-se do conteúdo aproveitado como semente após passar pela simulação de beneficiamento, envolvendo máquina de ar e peneiras (pré-limpeza), separador em espiral e padronizadora.

### **Procedimentos estatísticos**

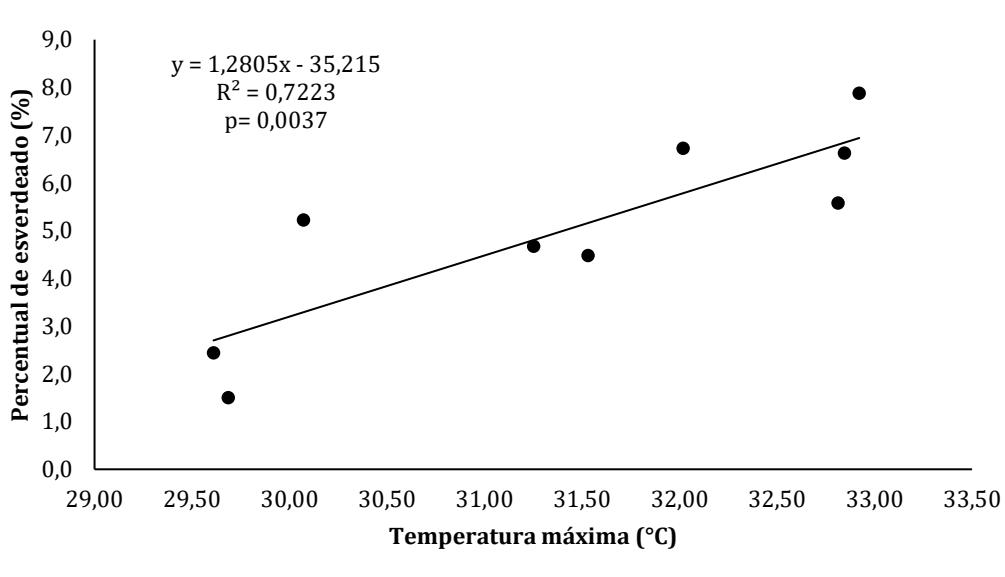
Os resultados passaram por análise de variância e em seguida as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Também foram analisadas as correlações simples entre as variáveis analisadas. As análises

estatísticas foram executadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

#### 4 Resultados e Discussão

O percentual de sementes esverdeadas, plântulas normais (envelhecimento acelerado), rendimento de beneficiamento, vigor e viabilidade (tetrazólio) além do peso de mil sementes (PMS) foram correlacionados com os dados de temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica obtidos durante as fases de deposição de reservas (R6) e de maturação fisiológica (R7) até a colheita.

Analizando os níveis de significância, observa-se correlação do percentual de sementes esverdeadas em função das variáveis temperatura máxima (Figura 1), mínima (Figura 2) e precipitação acumulada (Figura 3). As demais variáveis não apresentaram significância nas condições deste estudo.

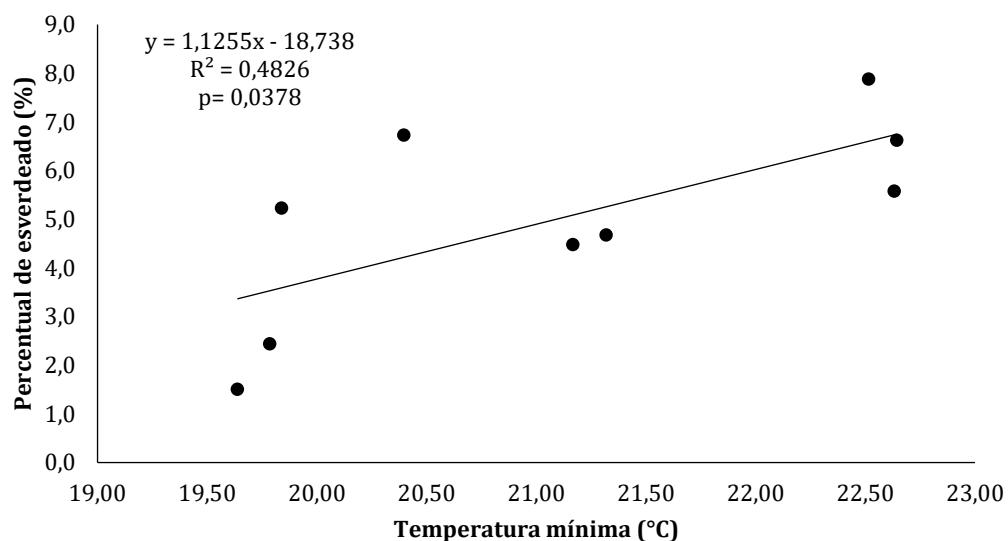


**Figura 1.** Correlação entre o percentual de sementes esverdeadas e a temperatura máxima.

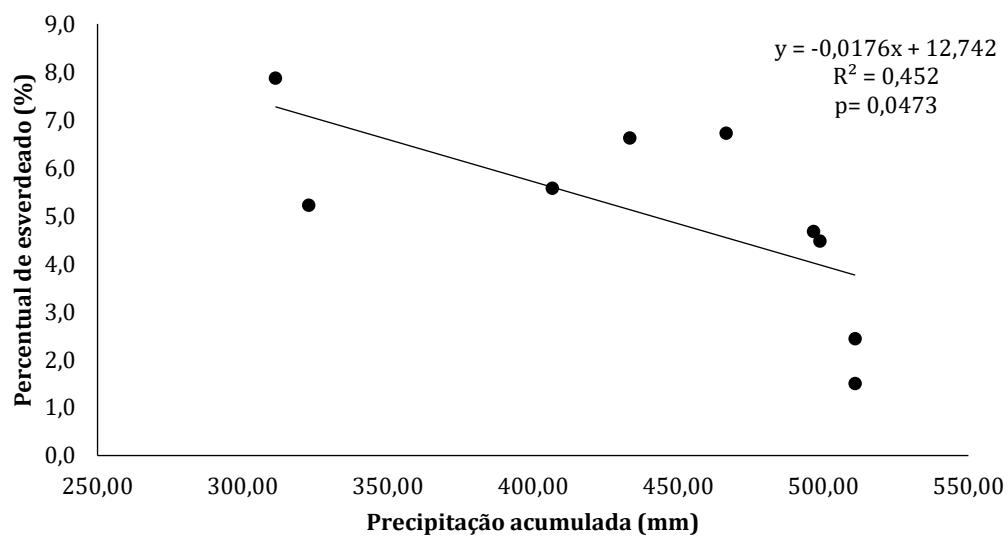
As variáveis temperatura máxima e temperatura mínima, influenciaram na ocorrência de grãos esverdeados (Figuras 1 e 2). Altas temperaturas, principalmente quando ligadas a veranicos durante o período de maturação da soja, podem causar prejuízos severos à produção e à qualidade das sementes. Nessa fase, ocorre a translocação muito rápida das reservas e menores taxas de fotossíntese, impedindo a degradação completa da clorofila, que resulta na produção de sementes esverdeadas e de baixa qualidade (MARCOS FILHO, 2005). Sementes com alto

potencial fisiológico requerem que as fases de maturação e de colheita ocorram sob temperaturas amenas (FRANÇA NETO et al., 2007).

A temperatura pode favorecer a atividade enzimática, isso poderá ocorrer quando a temperatura for extremamente elevada, a qual poderá ser influenciada principalmente nos últimos estádios de maturação da semente. Acredita-se que, com a morte prematura das plantas e, consequentemente, a maturação forçada das sementes, a atividade da enzima clorofilase cessa antes que toda a clorofila seja degrada, dessa forma observa-se aumento no número de sementes esverdeadas (BOHNER, 2005).



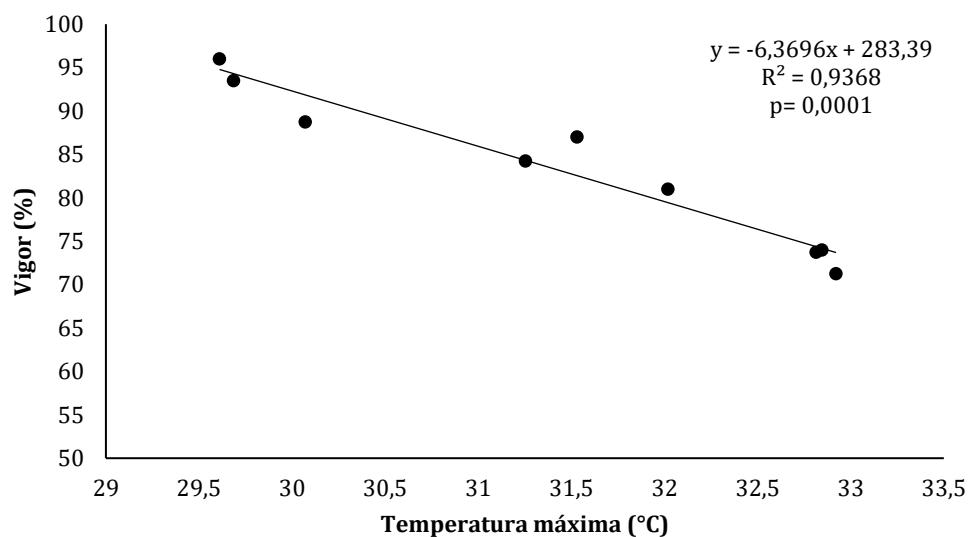
**Figura 2.** Correlação entre o percentual de sementes esverdeadas e a temperatura mínima.



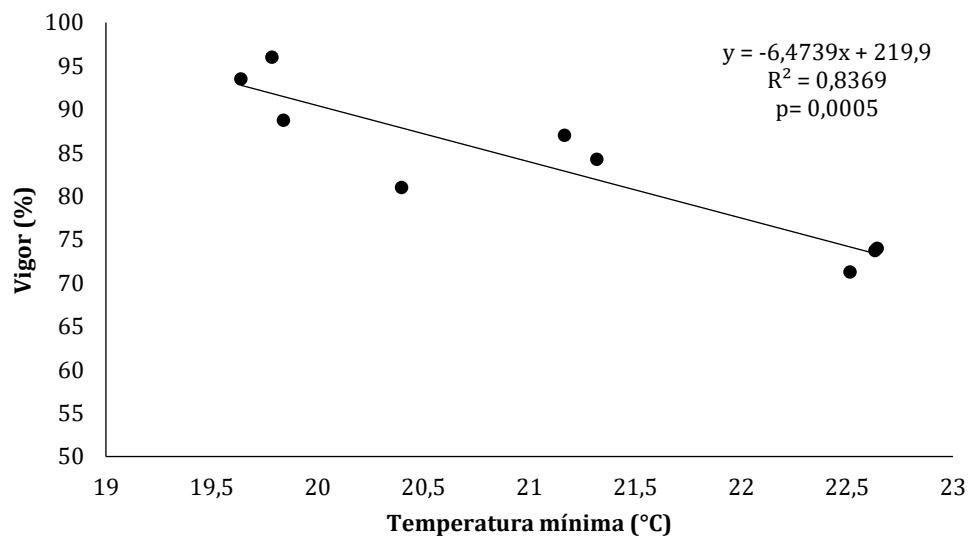
**Figura 3.** Correlação entre o percentual de esverdeadas e a precipitação acumulada.

A precipitação irregular é outro fator que poderá afetar a degradação da clorofila especialmente quando ocorrer durante o período de maturação da cultura da soja (FRANÇA NETO et al., 2012). França Neto (2005) constatou que estresse hídrico intenso associado com temperaturas elevadas em estágio R6 de desenvolvimento resultam em elevados percentuais de semente esverdeada.

De acordo com os níveis de significância, observou-se correlação do vigor, obtido pelo teste de tetrazólio, em função das variáveis temperatura máxima (Figura 4) e mínima (Figura 5). As demais variáveis não apresentaram significância nas condições deste estudo.



**Figura 4.** Correlação entre o vigor (tetrazólio) e a temperatura máxima.

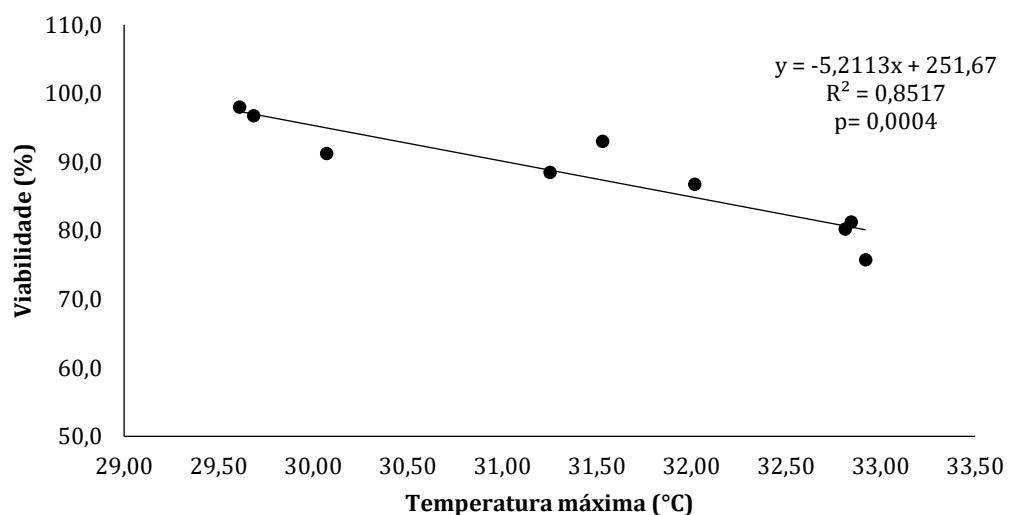


**Figura 5.** Correlação entre o vigor (tetrazólio) e a temperatura mínima.

Os gráficos acima indicam correlação negativa, ou seja, quanto maiores as temperaturas máximas e mínimas, menor o vigor (tetrazólio), mostrando que tais variáveis impactaram no vigor das sementes de soja. A temperatura influencia a dinâmica de sementes esverdeadas (FRANÇA NETO et al., 2007) que, por sua vez, podem apresentar índices de deterioração elevados, levando à redução da germinação, do vigor e da viabilidade de lotes de soja (FRANÇA NETO et al., 2005).

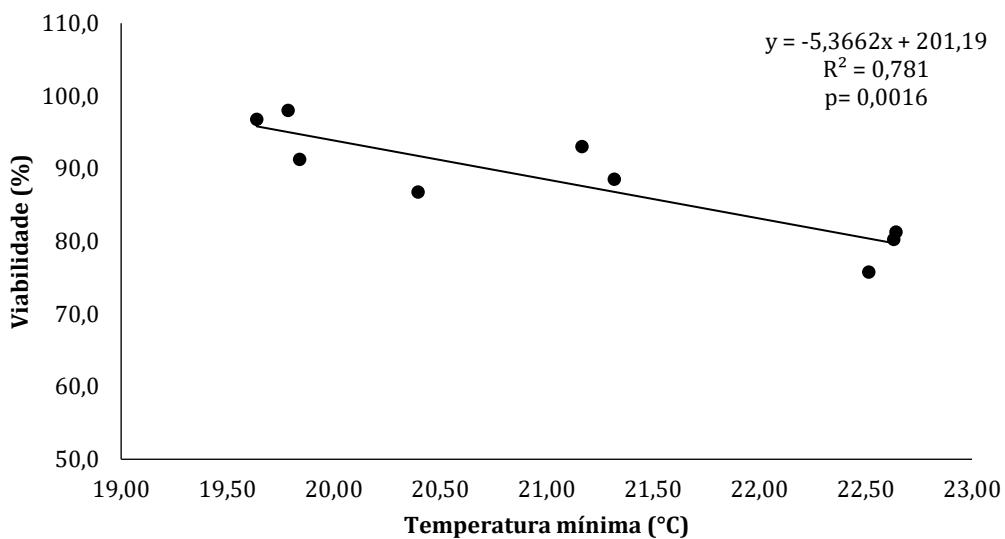
Estes resultados também convergem aos obtidos por França Neto et al. (2016), que identificaram que a temperatura máxima e mínima está diretamente ligada ao componente climático que reflete na qualidade fisiológica de sementes de soja.

Baseado nos níveis de significância, nota-se correlação da viabilidade, novamente, com as variáveis temperatura máxima (Figura 6) e mínima (Figura 7). As demais variáveis não apresentaram significância nas condições deste estudo.



**Figura 6.** Correlação entre a viabilidade (tetrazólio) e a temperatura máxima.

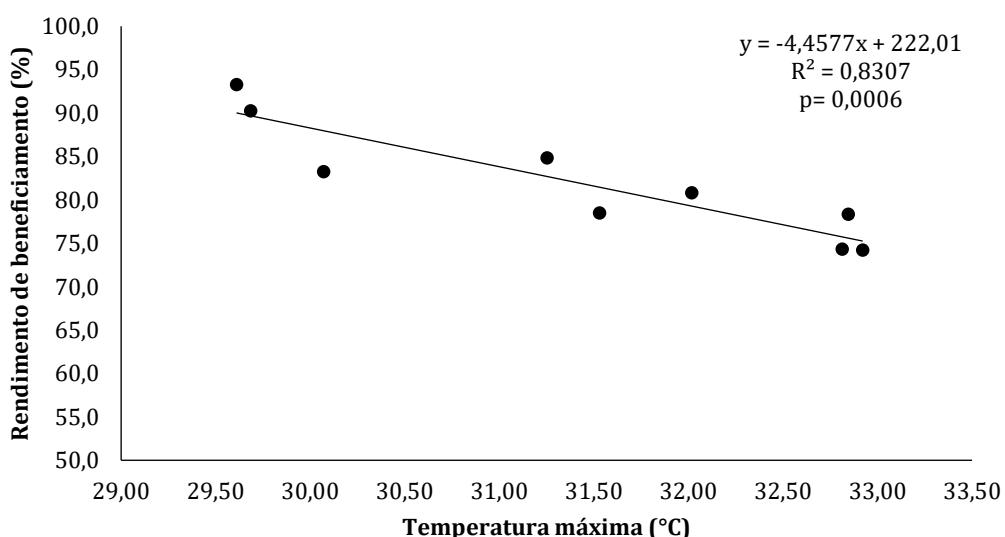
As condições adversas ocasionadas por temperaturas muito baixas ou temperaturas muito altas provocaram alterações nas atividades enzimáticas, reduzindo a atividade de enzimas chave em processos metabólicos da semente como catalase, diastase, peroxidase,  $\alpha$  e  $\beta$ -amilase e desidrogenases (FRANÇA NETO et al., 2000), resultando dessa forma em sementes de qualidade fisiológica inferior e baixa viabilidade.



**Figura 7.** Correlação entre a viabilidade (tetrazólio) e a temperatura mínima.

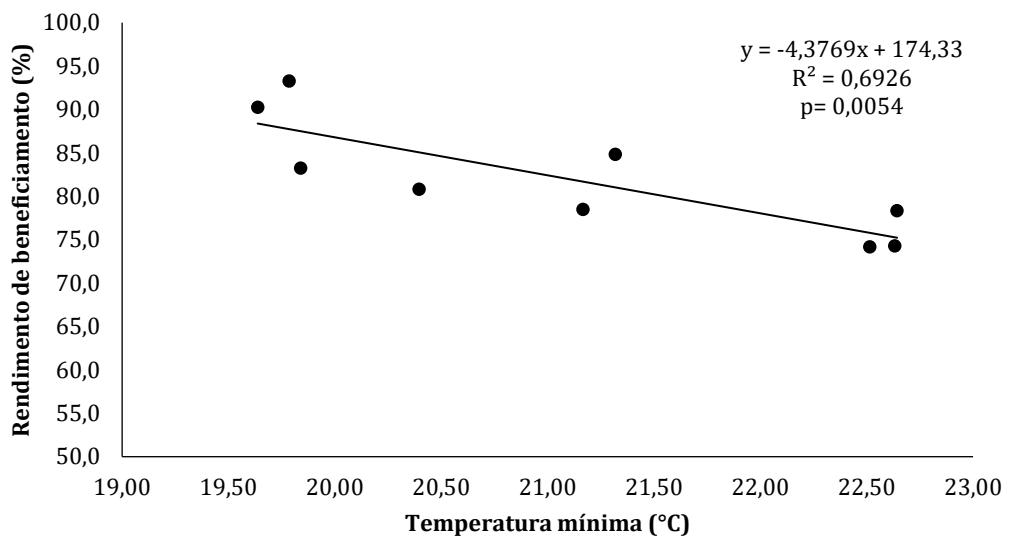
As análises de correlação do PMS com as variáveis climáticas não apresentaram significância, ou seja, todos os *valores-p* ficaram acima de 5%, o que revela que as variáveis analisadas não influenciam o PMS significativamente, dentro das condições deste estudo.

Quanto às correlações do percentual de rendimento de beneficiamento com as variáveis climáticas monitoradas, mais uma vez a temperatura máxima (Figura 8) e mínima (Figura 9) apresentaram níveis de significância abaixo de 5%, diferente da precipitação, diante das condições analisadas.



**Figura 8.** Correlação entre o rendimento de beneficiamento e a temperatura máxima.

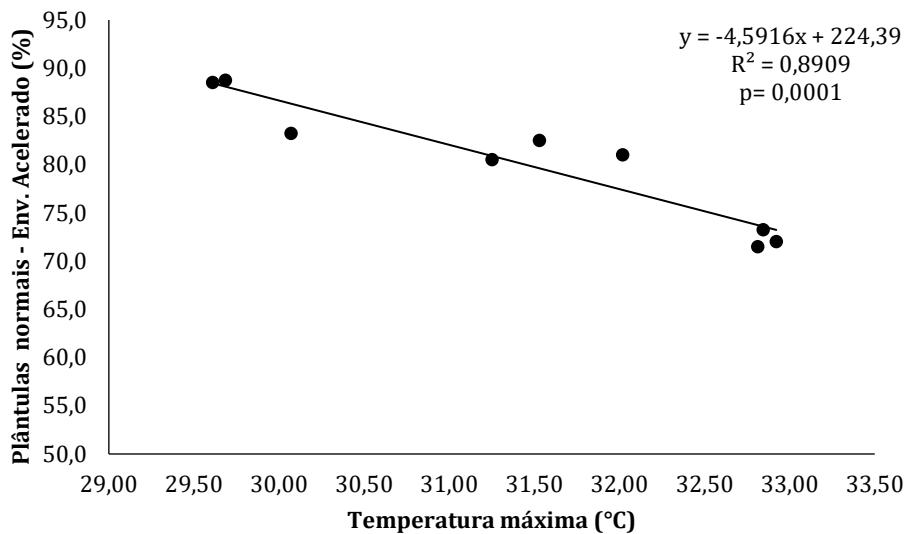
As variáveis temperatura máxima e mínima influenciaram no rendimento de UBS. Lotes que na sua produção passaram por um processo de maturação forçado em função da temperatura produzem maior percentual de sementes verdes. Essas sementes são descartadas mais facilmente durante processo de beneficiamento, principalmente no espiral, devido seu formato mais ovalado, podendo ficar retidas também em peneiras menores, resultando dessa forma em menor percentual de rendimento de UBS (FRANÇA NETO, 2005).



**Figura 9.** Correlação entre o rendimento de beneficiamento e a temperatura mínima.

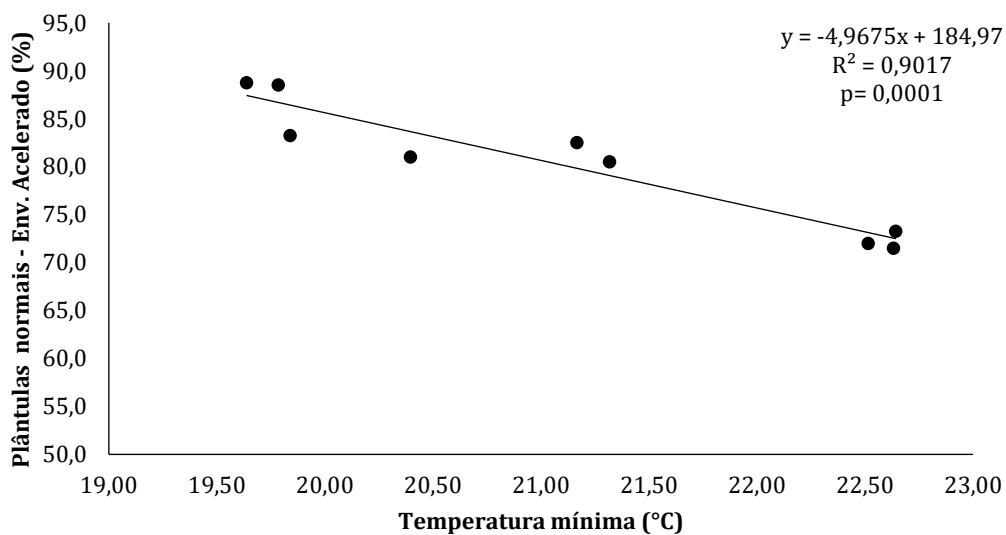
Sementes esverdeadas apresentam menores PMS que sementes normais (FRANÇA NETO et al, 2012) elevando a desuniformidade do lote e comprometendo o seu rendimento de beneficiamento. A soja se adapta melhor às regiões onde as temperaturas oscilam entre 20°C e 30°C (AGEITEC, 2013).

Por fim, correlacionando o percentual de plântulas normais, obtido pelo teste de envelhecimento acelerado, com os dados climáticos obtidos, é reforçada a significância da temperatura máxima (Figura 10) e mínima (Figura 11), enquanto as demais variáveis não apresentaram significância nas condições estudadas.



**Figura 10.** Correlação entre o percentual de plântulas normais (envelhecimento acelerado) e a temperatura máxima.

Temperaturas adversas durante a maturação refletiram na qualidade fisiológica dos grãos de soja e na porcentagem de sementes esverdeadas. Essas sementes quando submetidas aos testes de envelhecimento acelerado apresentam menor germinação, viabilidade e vigor, maiores desuniformidades de plântulas, taxa de deterioração e quantidade de lixiviados, comprimento de plântulas, peso de mil sementes e baixa capacidade de emergência em campo (ZORATO, 2007).



**Figura 11.** Correlação entre o percentual de plântulas normais (envelhecimento acelerado) e a temperatura mínima.

As variáveis temperatura máxima e temperatura mínima, influenciaram no percentual de plântulas normais de soja obtidas pelo teste do envelhecimento acelerado. Estudos realizados por Pádua et al. (2007) com sementes de soja com 12 índices de sementes esverdeadas (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% e 100%) avaliaram a germinação, viabilidade (tetrazólio) e vigor (envelhecimento acelerado, tetrazólio e condutividade elétrica) e, assim como constatado por Costa et al. (2001), observou-se que o vigor das sementes foi reduzido com o aumento dos índices de semente esverdeada. A temperatura pode influenciar a qualidade fisiológica de sementes, sobretudo quando ocasiona estresses durante o período de maturação fisiológica da planta (MARCOS FILHO, 2005).

Observando o material de ciclo precoce, as sementes produzidas em alta altitude apresentaram um número menor de sementes esverdeadas quando comparadas àquelas produzidas em ambiente baixo, com diferenças estatísticas de acordo com os testes aplicados (Tabela 3). Materiais de ciclo médio e tardio não diferiram estatisticamente entre si, embora exponham tendência de redução dos percentuais de esverdeadas à medida que se eleva a altitude, afirmação comprovada quando se analisa a média das três altitudes, em que o ambiente alto apresentou menor valor médio e significativamente inferior às duas demais condições.

O percentual de sementes esverdeadas foi maior em áreas baixas, isso ocorre pois em áreas de menor altitude a pressão atmosférica é maior, consequentemente, suas temperaturas médias são maiores aumentando as chances de ocorrência dos grãos esverdeados. A temperatura favorece a atividade enzimática. Em condições favoráveis, a enzima clorofilase degrada a clorofila resultando em sementes de coloração normal. No verão, quando a temperatura é extremamente elevada, durante os últimos estádios de maturação da semente, esta atividade é influenciada. Acredita-se que, com a morte prematura das plantas e, consequentemente, a maturação forçada das sementes, a atividade da enzima clorofilase cessa antes que toda a clorofila seja degradada (BOHNER, 2005). Materiais com diferentes grupos de maturação podem apresentar diferenças na expressão do grão esverdeado como observado na área alta, isso ocorre, pois, os níveis de clorofila presentes na semente, na fase de colheita são influenciados pelo genótipo e pelas condições climáticas (McGREGOR, 1991).

**Tabela 3.** Percentual de sementes esverdeadas (%) em função do ciclo da soja (*G. max*) e altitude de produção.

Ciclo	Altitude <sup>1</sup>			Média
	Alta	Média	Baixa	
Precoce	1,50 Bb	4,48 ABa	6,63 Aa	4,20 b
Médio	2,44 Aab	4,68 Aa	5,58 Aa	4,23 b
Tardio	5,50 Aa	6,73 Aa	7,88 Aa	6,70 a
Média	3,14 B	5,30 A	6,70 A	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados do percentual de sementes viáveis, obtidos através do teste de tetrazólio (Tabela 4), não diferiram entre as áreas alta e média nos grupos de maturação precoce e tardio, sendo a viabilidade destas superior estatisticamente ao ambiente baixo. No material de ciclo médio, os maiores valores de viabilidades verificam-se na condição alta, média e baixa respectivamente, sendo que estes diferem estatisticamente entre si, semelhante ao padrão médio dessa variável nos três ambientes. A viabilidade das sementes não se alterou em função do ciclo dos cultivares em nenhum dos ambientes analisados. Nos valores médios, por sua vez, sementes dos cultivares precoce e médio apresentaram viabilidade superior e diferente estatisticamente do material tardio.

A viabilidade foi maior conforme houve aumento da altitude, isso ocorre, pois, sementes de soja de alta qualidade necessitam que as fases de maturação e de colheita ocorram sob temperaturas amenas (FRANÇA NETO et al., 2007), mais comuns conforme se eleva a altitude. Áreas com altitude abaixo de 700m de maneira geral tendem a resultar em sementes de baixa qualidade (FRANÇA NETO et al., 2007).

**Tabela 4.** Viabilidade (%) de sementes de soja (*G. max*), obtida através do teste de tetrazólio, em função do ciclo e altitude de produção.

Ciclo	Altitude <sup>1</sup>			Média
	Alta	Média	Baixa	
Precoce	97 Aa	93 Aa	81 Ba	90 a
Médio	98 Aa	89 Ba	80 Ca	89 a
Tardio	91 Aa	87 Aa	76 Ba	85 b
Média	95 A	89 B	79 C	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os testes de tetrazólio aplicados também proporcionaram a obtenção dos resultados de vigor das sementes produzidas em diferentes ambientes (Tabela 5). Cultivares de ciclo médio e tardio apresentaram sementes com maior vigor, isso ocorre

à medida que se eleva a altitude, com diferenças estatísticas entre os três patamares de altitudes avaliados. O material precoce também mostrou essa tendência, embora não apresentou significativa diferença entre a área de média e alta altitude. Os valores médios comprovaram estatisticamente que, na safra, região e testes deste estudo, sementes de maior vigor foram produzidas em ambientes com mais elevadas altitudes.

Analizando os resultados por ciclo das cultivares testadas, o material de ciclo tardio mostrou tendência de menor vigor, diferindo estatisticamente dos demais quando se analisa as médias. Como as colheitas deste cultivar ocorreram durante ou após um período de maiores precipitações, o dano por umidade influenciou em sua qualidade fisiológica.

O vigor foi maior nas áreas de maior altitude, fator este que está diretamente ligado ao componente climático e que reflete na qualidade fisiológica de sementes de soja (FRANÇA NETO, et al., 2016). Altas temperaturas presentes no período de maturação em regiões baixas podem resultar em maior proporção de sementes esverdeadas, que resultam em sementes menos vigorosas.

**Tabela 5.** Vigor (%) de sementes de soja (*G. max*), obtido através do teste de tetrazólio, em função do ciclo e altitude de produção.

Ciclo	Altitude <sup>1</sup>			Média
	Alta	Média	Baixa	
Precoce	94 Aab	87 Aa	74 Ba	85 a
Médio	96 Aa	84 Ba	74 Ca	85 a
Tardio	89 Ab	81 Ba	71 Ca	80 b
Média	93 A	84 B	73 C	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

No teste de envelhecimento acelerado (Tabela 6), os resultados confirmam estatisticamente que, áreas com elevadas altitudes apresentaram resultados de qualidade superiores quando comparados com as altitudes média e baixa. Não houve diferenças estatísticas analisando-se o vigor de sementes de cultivares de diferentes ciclos dentro da mesma condição de altitude, quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.

Os resultados obtidos pelo teste de envelhecimento acelerado reforçam a expectativa na diminuição do vigor à medida que diminui a altitude dos campos de produção, sendo que, indiferentemente do ciclo, o ambiente alto apresentou maior percentual de plantas normais quando comparado à condição de baixa altitude, com

diferenças estatísticas entre si. Segundo Zorato (2003) sementes esverdeadas quando comparadas às sementes de coloração normal apresentaram menor índice de vigor.

**Tabela 6.** Envelhecimento acelerado (% de plântulas normais) de três cultivares de sementes de soja (*G. max*) em função do ciclo e altitude de produção.

Ciclo	Altitude <sup>1</sup>			Média
	Alta	Média	Baixa	
Precoce	89 Aa	83 ABa	73 Ba	82 a
Médio	89 Aa	81 ABa	72 Ba	80 a
Tardio	83 Aa	81 ABa	72 Ba	79 a
Média	87 A	81 A	72 B	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O teste de envelhecimento acelerado é bastante promissor em fornecer uma estimativa do potencial de armazenamento dos lotes de semente (MARCOS FILHO, 1999). Isso porque, sementes de menor qualidade se deterioram de forma mais rápida, quando expostas às condições adversas de alta temperatura e umidade relativa no teste de envelhecimento acelerado (MENDONÇA et al., 2000).

O peso de mil sementes (PMS) é uma característica altamente associada ao material genético. A tabela 7 apresenta os resultados desta variável sob as condições do estudo e nela é possível verificar que para o cultivar de ciclo precoce, a menor PMS encontrado foi na média altitude, diferindo estatisticamente do campo de produção de mais elevada altitude. Analisando o material de ciclo médio, o maior PMS foi atingido no campo de alta altitude, diferindo estatisticamente da condição baixa. O PMS do cultivar tardio, por sua vez diferiu significativamente entre os três ambientes.

**Tabela 7.** Peso de mil sementes (g) de soja de sementes de soja (*G. max*) em função do ciclo e altitude de produção.

Ciclo	Altitude <sup>1</sup>			Média
	Alta	Média	Baixa	
Precoce	189,40 Aa	175,10 Bb	183,15 ABb	182,55 b
Médio	176,20 Ab	171,65 ABb	164,78 Bc	170,90 c
Tardio	198,23 Ca	233,98 Aa	220,33 Ba	217,51 a
Média	187,94 A	193,58 A	189,42 A	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Quando se analisa os valores médios dos diferentes ambientes de produção não se observam diferenças estatísticas para a variável PMS, enquanto os ciclos mostraram diferenças estatísticas e os maiores valores médios de PMS foram

verificados no material tardio, precoce e médio respectivamente, relacionado às características genotípicas dos materiais testados.

O rendimento de beneficiamento reflete a padronização do volume de sementes produzidas. O material precoce apresentou maior rendimento de beneficiamento no campo de produção de elevada altitude, diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 8). No cultivar de ciclo médio, os resultados das três áreas diferiram estatisticamente entre si, com maior valor de rendimento no ambiente alto, médio e baixo, respectivamente. Para o material tardio as áreas de alta e média altitude não se diferiram significativamente, apresentando maiores valores que o campo em baixa altitude que, por sua vez, mostrou diferença estatística quando comparado aos demais ambientes.

**Tabela 8.** Percentual de rendimento de beneficiamento (%) de sementes de soja (*G. max*) em função do ciclo e altitude de produção.

Ciclo	Altitude <sup>1</sup>			Média
	Alta	Média	Baixa	
Precoce	90,24 Aa <sup>1</sup>	78,47 Bb	78,32 Ba	82,35 ab
Médio	93,27 Aa	84,82 Ba	74,30 Ca	84,13 a
Tardio	83,24 Ab	80,80 Aab	74,18 Ba	79,41 b
Média	88,92 A	81,6 B	75,60 C	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os valores médios de rendimento de beneficiamento diferiram entre si sob o teste estatístico aplicado, sendo os maiores rendimentos encontrados no campo de produção com alta altitude, seguido do médio e baixo. A desuniformidade de maturação e despadronização das sementes produzidas em campos de multiplicação de baixa altitude, devido às condições ambientais neles encontradas que altera as atividades enzimáticas, afetam negativamente o rendimento e aproveitamento do volume produzido.

## 5 Conclusões

Com base nos resultados obtidos sob as condições deste trabalho, quanto mais elevada a altitude do campo de produção menor foi o percentual de sementes esverdeadas, maior a qualidade fisiológica e rendimento de beneficiamento das sementes de soja.

A temperatura máxima e mínima que o campo de produção foi submetido na Safra 2019/2020 no Sudoeste Goiano, influenciou no percentual de sementes esverdeadas, plântulas normais (envelhecimento acelerado) e rendimento de beneficiamento, além do vigor e viabilidade (tetrazólio).

## 6 Referências Bibliográficas

ABRAHÃO, J.T.M.; Toledo, F.F. Preliminary results of vigor tests on bean seeds. Revista de Agricultura 44: 132, 160-163 (em Portugues com resumo em Ingles);1969.

ADAMS, C. A.; FJERSTAD, M. C. & RINNE, R. W. Characteristics of soybean seed maturation: necessit for slow dehydration. **Crop Science**, Madison, v.23, n.2, 1983. p. 265-267.

AGEITEC- Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Árvore do conhecimento-soja. Brasília. DF, 2013. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fzr67cri02wx5ok0cpoo6\\_aeh331my.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fzr67cri02wx5ok0cpoo6_aeh331my.html)>. Acesso em: 03 jun de 2020.

AGROCLIMA/CLIMATEMPO, **Safra 2019/20 de soja apresenta crescimento na área de 2,7%**. Pelotas, Revista cultivar, abril 2020. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/safra-2019-20-de-soja-apresenta-crescimento-na-area-de-2-7>>. Acesso em: 19 mai 2020.

ARANHA, M.T.M. Efeito do vigor da semente e da densidade de semeadura no desempenho de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) das cultivares IAS-5 e IAC-8. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1998. 77p. (Tese Doutorado).

ARRUDA, M. H. M. et al. Physiological quality of soybean seed lots with different percentages of greenish seeds. Magistra, v.28, p.194-200, 2016. Disponível em: <<https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/79/247>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

BAALBAKI, Riad; ELIAS, Sabry; MARCOS FILHO, Julio; MCDONALD, Miller B. Seed vigor testing handbook: contribuition n. 32 to The handbook on seed testing. 2009.

BAUDET, L; PESKE, S.T. Controle interno de qualidade. Módulo 8. Brasília: ABEAS. 2004. 41p.

BOHNER, H. **Green soybeans**. 2005. Disponível em: <[http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/field/news/croptalk/2002/ct\\_1102a2.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/field/news/croptalk/2002/ct_1102a2.htm)>. Acesso em: 07 mai. 2020.

BROWN, C. Green seed, agronomy Guide for Field Crops. Ministry of Agriculture, **Food and Rural Affairs**. 2017. Disponível em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/soybeans.html>>. Acesso em: 10 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, N.M. & TOLEDO, F.F. Relationships between available space for plant development and seed vigor in peanut (*Arachis hypogaea L.*) plant performance. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.6, n.4, p.907-910, 1978.

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

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção. 5<sup>a</sup> ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** – v.8, n.1 – primeiro levantamento, outubro, 2020.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim de grãos de maio de 2020**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 29 maio. 2020.

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*, Londrina, v.23, n.2, p.102-107, 2001

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. de M.; MAURINA, A. C.; NETO, J. B. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; HENNING, A. A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 1-6, 2005.

DALL'AGNOL, A.; OLIVEIRA A. B.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Importância socioeconômica da soja**. 2018. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG\\_01\\_12\\_271020069131.html#>](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG_01_12_271020069131.html#>). Acesso em: 24 abr. 2020.

EDJE, O.T., BURRIS, J.S. Effects of soybean seed vigor on field performance. *Agronomy Journal*, Madison, v.63, n.4, p.536- 538, 1971.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. – pacote computacional).

FINCH-SAVAGE, E.W. Influence of seed quality on crop establishment, growth, and yield. In: BASRA, A.S. (ed.). *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications*. New York: Food Products Press, 1995. p.362-384.

FRANÇA NETO, J. B. et al. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade da semente de soja no Mato Grosso do Sul. Campo Grande: EMPAER, 1984. 9p.

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Semente esverdeada de soja: causas e efeitos sobre o desempenho fisiológico** - série sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2012. (Circular técnica, 91).

FRANÇA-NETO, J.B. Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 4p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 38).

FRANCA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C. Seed production and technology for the tropics. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Tropical soybean: improvement and production**. Rome: FAO (FAO. Plant Production and Protection Series, 27), 1994. p. 217-240.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, 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, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. Tecnologia de produção de sementes. In: A cultura de soja no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2000. CD-ROM.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 40).

FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES. Cap 8.5, 1999. p. 01-27.

GOIÁS. Secretaria de Planejamento. **Anuário Estatístico do Estado de Goiás-2003**. Goiânia, GO: SEPLAN, 2003.

GRANADOS, Oscar. *Com supersafra em 2020, Brasil retoma o trono mundial da soja*. El País, abril 2020.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - janeiro 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 17 set. 2020.

JACÓBSEN, L. O. Estudo de casos de veranico em Porto Alegre/RS de 1961 à 1985. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11, 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999, p.1462-1466.

JIANHUA, Z.; McDonald, M.B. 1996. The saturated salt accelerated aging test for small seeded crops. *Seed Science and Technology* 25: 123-131; 1996.

MANDARINO, José Marcos Gontijo. Origem e história da soja no Brasil. São Paulo, abril, 2017 (Embrapa Soja).

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

MARCOS FILHO, Julio. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*. v.72, n.4, p.363-374, July/August 2015.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.3, p.3.1-3.24.

McGREGOR, D.I. Influence of environment and genotype on rapeseed/canola seed chlorophyll content. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, n.1, p.107-116, 1991.

MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; FESSEL, S.A.; SADER, R. Teste de deterioração controlada em sementes de brócoli (*Brassica oleraceae L.*) var. itálica. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.1, p.280-287, 2000.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R. & ROsolem, C.A. Efeito da qualidade de semente sobre o estabelecimento da população e outras características da soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.7, n.2, p.47-62, 1985.

PÁDUA, G.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; KRYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.29, n.3, p.128-138. 2007.

PESKE, S.T. & BAUDET, L. Treinamento em beneficiamento de sementes para encarregados de UBS da Coopervale. Abelardo Luz, julho, 2003. 45p.

REATTO, A., CORREIA, J.R., SPERA, S.T. Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: Ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1998. p.47-83.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n 3 p. 035-041, 2010.

STRUKER, Stevan. Influence of seeds vigor in the attributes of soybean yield. *Revista de Ciências Agrárias*, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal**. (6ed.). 888p. Porto Alegre, Artmed, 2017.

TEKRONY, D.M. & EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. *Crop Science*, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991.

TEIXEIRA, S.B.; SILVA, J.G.; MENEGUZZO, M.R.R.; MARTINS, A.B.N.; MENEGHELLO, G.E.; TUNES, L.V.M. Green soybean seeds: effect on physiological quality. *Revista Ciência Rural*, v.50,n.2, p.01-06, 2020.

TOLEDO, F.F. 1966. Comparison of methods for vigor determination of cotton seeds = *Revista de Agricultura* 41: 13-16 (em Portugues com resumo em Ingles). 1966.

TULLY, T.J.; McDONALD JR, M.B. & BEVERLEIN, J.E. Seed quality effects on soybean plant performance under conventional and ridge tillage. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.14, n.3, p.657-668, 1986.

VANZOLINI, S. & CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2002.

VASCONCELOS, E. S. de; REIS, M. S.; SEDYIAMA, T.; CRUZ, C. D. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares e linhagens de soja no Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 31, n. 2, p. 307-312, 2009.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Teste de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. Teste de vigor em sementes. Jaboticabal : FUNEP/UNESP, 1994. p.31-47.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina : ABRATES, 1999. 218p. Cap.4, p.1-26

WOODSTOCK, L.W. Progress report on the seed vigor testing handbook. Association of Official Seed Analysts Newsletter 59: 1-78; 1976.

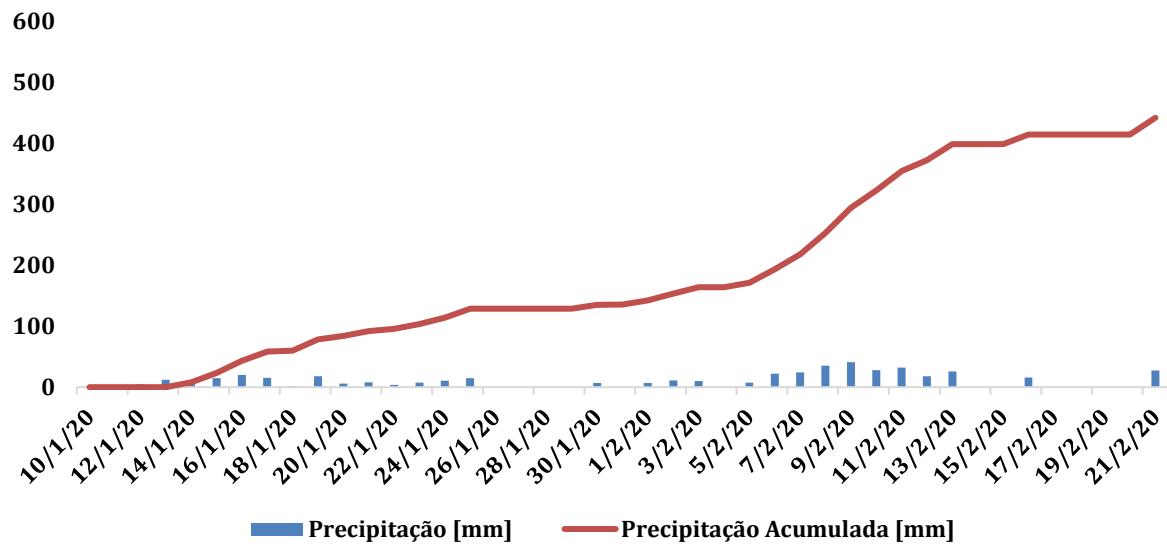
ZINK, E. Evaluation of corn seed vigor. Seminário Brasileiro de Sementes, 2. Anais. Pelotas, RS, Brasil (em Portugues com resumo em Ingles). 1970.

ZORATO, M. F. et al. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, p.11-19, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S010131222007000100002>>. Acesso em: 22 mai. 2020. doi: 10.1590/S0101-312220070001000 02.

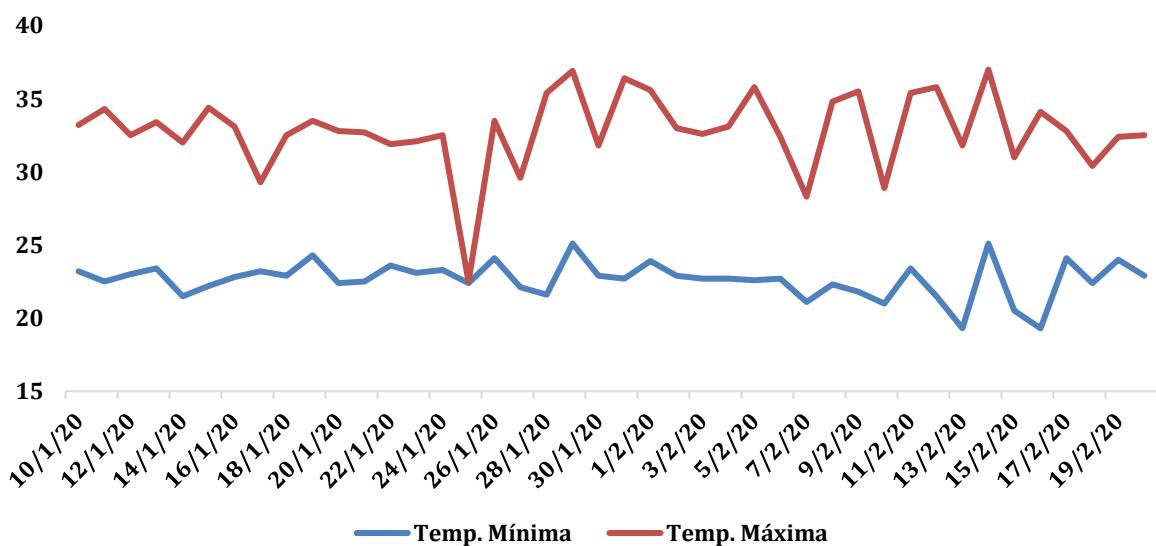
ZORATO, M. F. O Reflexo de Sementes Esverdeadas na Qualidade Fisiológica em Soja. Pelotas Rio Grande do Sul, setembro 2003.

ZORATO, M.F.; PESKE, S.T.; TAKEDA, C.; FRANÇA NETO, J.B. Sementes esverdeadas em soja: testes alternativos para predizer sua armazenabilidade e seu efeito na produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13, 2003, Gramado. *Anais...* Londrina: Associação Brasileira de tecnologia de Sementes, Informativo ABRATES, Londrina, v.13, n.3, p.295, set. 2003. Número especial.

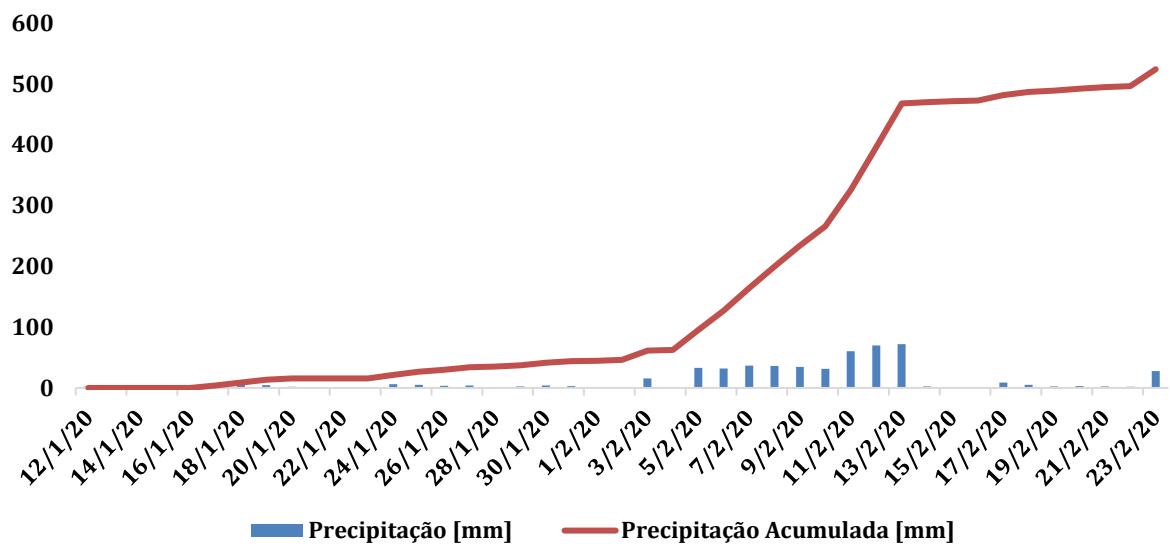
## 7 Anexos



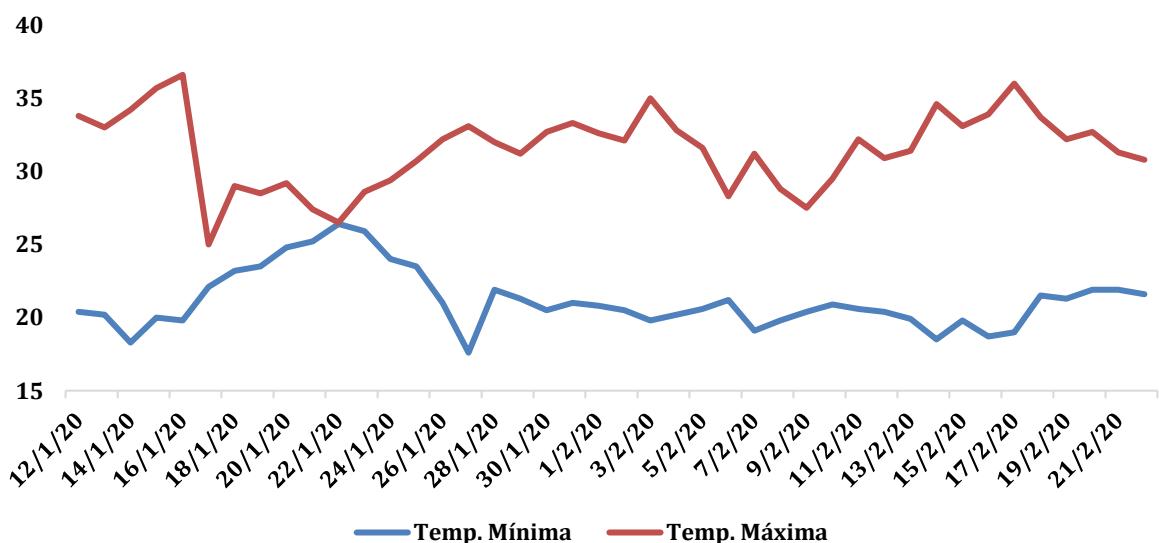
**Figura 12.** Precipitação diária e acumulada no campo de produção de baixa altitude medida da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.



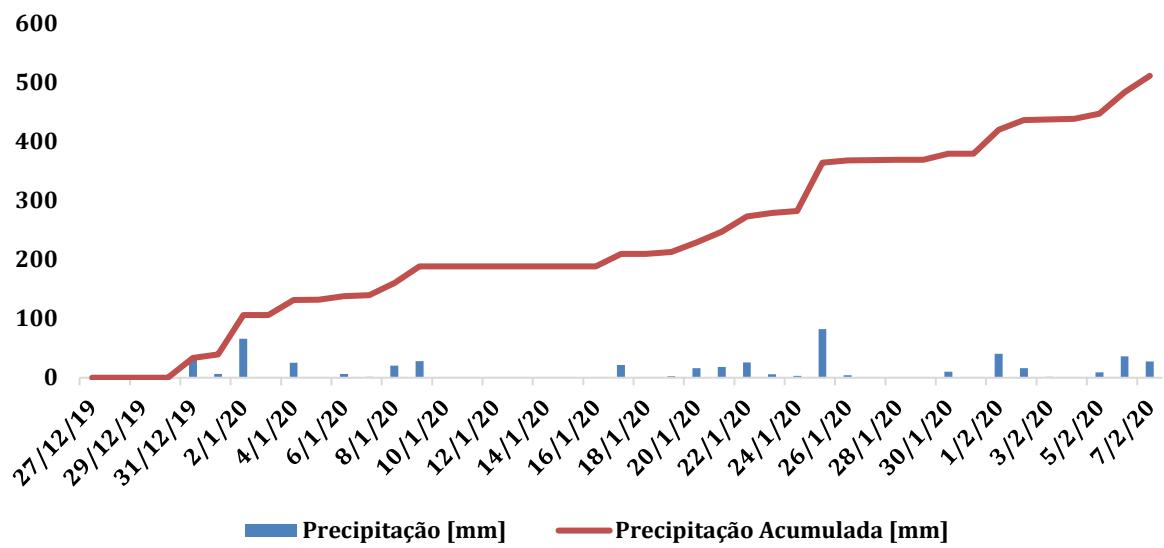
**Figura 13.** Temperaturas mínima e máxima do campo de produção de baixa altitude medidas da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.



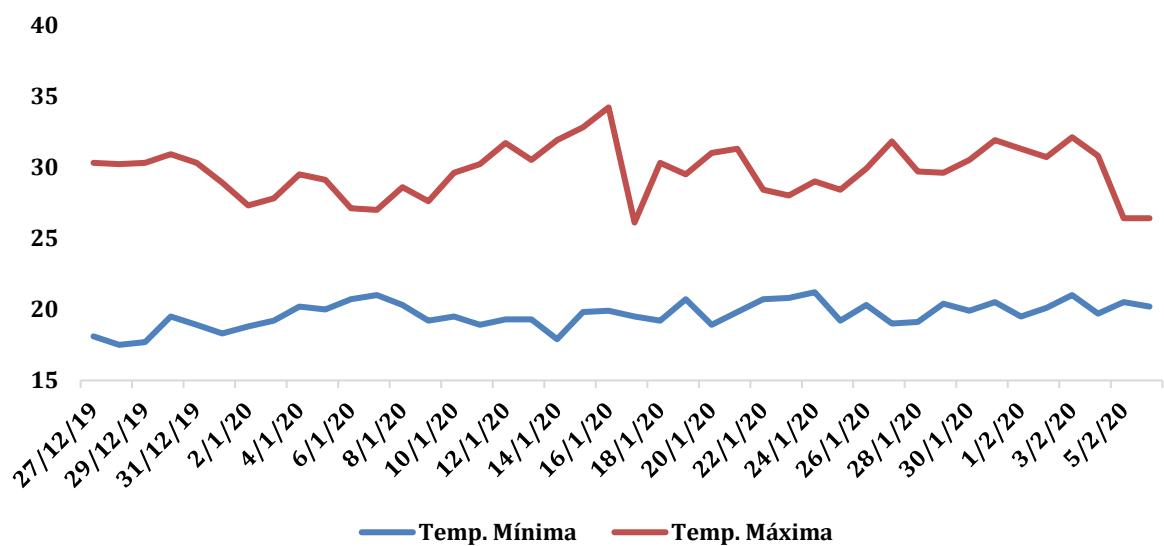
**Figura 14.** Precipitação diária e acumulada no campo de produção de média altitude medida da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.



**Figura 15.** Temperaturas mínima, média e máxima do campo de produção de média altitude medidas da Fase Fenólica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.



**Figura 16.** Precipitação diária e acumulada no campo de produção de alta altitude medida da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.



**Figura 17.** Temperaturas mínima, média e máxima do campo de produção de alta altitude medidas da Fase Fenológica R6 do material de ciclo precoce até a colheita do cultivar tardio.