

CAMILA CIGEL

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO
E SOJA PRODUZIDAS SOB RESTRIÇÃO LUMÍNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza

**Lages – SC
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela autora com auxílio do programa de geração automática da Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC

Cigel, Camila

Caracterização da qualidade fisiológica de sementes de trigo e soja produzidas sob restrição lumínica / Camila Cigel. -- 2020.
112 p.

Orientador: Clovis Arruda de Souza

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2020.

1. Germinação. 2. Glicyne max. 3. Sombreamento. 4. Triticum aestivum. 5. Vigor. I. Souza, Clovis Arruda de . II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título.

CAMILA CIGEL

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO
E SOJA PRODUZIDAS SOB RESTRIÇÃO LUMÍNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza
(UDESC/ Lages- SC)

Membro:

Profa. Dra. Daniele Nerling
(UDESC/ Lages- SC)

Membro externo:

Profa. Dra. Vanessa Neumann Silva
(UFFS/ Chapecó- SC)

Lages, 19 de fevereiro de 2020

Dedico à minha família, por toda confiança,
força e incentivo. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por estar sempre presente guiando meu caminho.

A meus pais Nelson e Terezinha e meu irmão João Paulo, por todo amor, apoio, confiança e amparo durante toda minha vida. Sou eternamente grata a vocês por tudo. Amo muito.

Ao Marcos, meu namorado e companheiro, pelo amor, incentivo, compreensão, conselhos, e que mesmo com tamanha distância, sempre está presente. Amo você.

Aos familiares, tios e avós, por todo apoio, incentivo e confiança.

A Universidade do Estado de Santa Catarina, ao Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC/CAV). Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelo ensino e oportunidade de cursar o mestrado, e a CAPES pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador Dr. Clovis, pela oportunidade, confiança, paciência, amizade, ensinamentos durante estes dois anos.

A professora Dra. Cileide, pelo apoio ao disponibilizar e permitir a utilização de equipamentos do laboratório de sementes, possibilitando a realização completa das avaliações.

Aos colegas de grupo de pesquisa Rodrigo e Elijanara, pela parceria e colaboração nos experimentos a campo e em casa de vegetação. A Cristiane e demais colegas do laboratório de plantas de lavoura que também auxiliaram nas atividades e análises no decorrer do mestrado.

Agradeço aos amigos que encontrei durante a permanência no laboratório, ao apoio, paciência, pelas risadas das piadas sem graça e por aguentarem os momentos de choros e as brincadeiras foras de hora. Franciele, Gesieli e Maira, agradeço por tudo neste período, principalmente pelo carinho, apoio e parceria nos altos e baixos desta caminhada.

Por último, mas não menos importante, agradeço minha professora da graduação, Dr. Vanessa, e à amiga que a faculdade de agronomia me presenteou, Graciele, meus agradecimentos por todo incentivo e apoio, vocês sabem como são importantes para mim. A Adriana, amiga em que também conheci na faculdade, e que, cursando mestrado no mesmo programa durante o ano esteve sempre comigo me apoiando e incentivando. A Cristiane e ao Paulo, amigos conquistados no período de estágio de graduação em Chapecó, e que por ato do destino seguimos próximos durante todo o mestrado no mesmo programa. Obrigada por toda parceria.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que essa grande conquista fosse concretizada. Muito obrigada.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes.”

Marthin Luther King

RESUMO

A redução da intensidade luminosa contínua incidente sobre as culturas reduz a taxa fotossintética, afetando conseqüentemente a relação fonte-dreno, acúmulo de reservas nas sementes e qualidade fisiológica destas. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja e trigo produzidas sob diferentes níveis de sombreamento impostos em diferentes épocas do desenvolvimento durante período temporário e sob sombreamento intenso por período contínuo. Foram conduzidos quatro experimentos, dois em casa de vegetação e dois na área experimental, com as culturas do trigo e soja, na safra 2017/2018, considerados experimentos independentes. Em casa de vegetação o delineamento foi inteiramente casualizado. Com a cultura do trigo utilizou-se 11 tratamentos, constituídos por 10 lotes de sementes obtidos de plantas submetidas a períodos de início do sombreamento contínuo de 70%, sendo 130 dias julianos (DJ)- 3ª semana após emergência- SAE; 137 - 4ª; 144- 5ª; 151- 6ª; 158- 7ª; 165- 8ª; 172- 9ª; 179- 10ª; 186- 11ª; 193- 12ª, e testemunha (sem sombreamento). Com a cultura da soja os lotes foram 07 DJ- 5ª SAE; 14- 6ª; 21- 7ª; 28- 8ª; 35- 9ª; 42- 10ª; 49- 11ª; 56- 12ª, e testemunha. Na área experimental o delineamento foi em blocos casualizados e para as análises em laboratório, delineamento inteiramente casualizado. Utilizou-se de esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro níveis de sombreamento artificial (realizado com telas de polietileno pretas, com densidade dos fios para proporcionar 0; 30; 50; 70% de sombra) e três épocas de sombreamento (30-60; 60-90; 90-120 dias após a semeadura -DAS). Em casa de vegetação sob sombreamento de 70%, o vigor das sementes de trigo por envelhecimento acelerado (EA) foi reduzido para os lotes de plantas impostas principalmente entre os estádios de emissão da espiga e antese (93%). A germinação (G) de sementes de soja do tratamento testemunha foi maior apenas em relação ao lote de sementes 35 DJ, e vigor (EA) inferior para o lote 7, com 43%. Lotes de sementes de soja de plantas sombreadas durante os estádios de florescimento, apresentaram vigor superior a testemunha (60%). Na área experimental, a G foi maior para sementes de trigo de plantas sombreadas na primeira e segunda época (82 e 84%). O vigor de sementes de plantas sombreadas na segunda época foi superior as demais, pelos testes de frio (80%) e EA com vigor de 78 e 77%, respectivamente. Para soja, a maior G (93%) foi sob restrição lumínica durante terceira época, e o vigor (EA) reduzido sob sombreamento mais intenso na segunda época. Concluiu-se que sombreamento contínuo de 70% em trigo promoveu redução no vigor das sementes, principalmente quando iniciado entre emborrachamento e antese, e em soja maior G quando imposta a partir do estádio R4, porém menor vigor quando no enchimento de sementes. Sombreamento durante a terceira época favorece a G, porém reduz o vigor das sementes de trigo. Germinação e vigor de sementes de soja da terceira época de sombreamento foram favorecidos, principalmente sob maior nível de redução lumínica.

Palavras-chave: Germinação. *Glycine max*. Sombreamento. *Triticum aestivum*. Vigor.

ABSTRACT

The reduction of ratio continuous light intensity on the crops reduces the photosynthetic rate, consequently affecting the source-sink, accumulation of seed reserves and their physiological quality. Thus, the objective was to evaluate the physiological quality of soybean and wheat seeds produced under different shading levels imposed at different times of development during temporary period and under intense shading for continuous period. Four experiments were conducted, two in greenhouse and two in the experimental area, with wheat and soybean crops, in the 2017/2018 crop, considered independent experiments. In a greenhouse the design was completely randomized. With the cultivation of wheat, 11 treatments were used, consisting of 10 seed lots obtained from plants submitted to periods of onset of continuous shading of 70%, being 130 Julian Days (JD) - 3rd week after emergence - WAE; 137 - 4th; 144-5th; 151-6th; 158-7th; 165-8th; 172-9th; 179-10th; 186-11th; 193-12, and control (without shading). With soybean cultivation the lots were 07 JD- 5th SAE; 14-6th; 21-7th; 28-8th; 35-9th; 42-10th; 49-11th; 56-12 and control. In the experimental area was in randomized blocks design and for laboratory analysis a completely randomized design. A 4 x 3 factorial scheme was used, with four levels of artificial shading (performed with black polyethylene screens, with wire density to provide 0; 30; 50; 70% shade) and three shading periods (30-60%); 60-90; 90-120 days after sowing (DAS). In greenhouse under 70% shading, the accelerated aging (AA) vigor of wheat seeds was reduced for plant lots imposed mainly between ear and anthesis emission stages (93%). Soybean germination (G) of the control treatment was higher only in relation to seed lot 35 JD, and lower vigor (AA) for lot 7, with 43%. Lots of soybean seeds from shaded plants during flowering showed higher vigor than control (60%). In the experimental area, G was higher for wheat seeds of shaded plants in the first and second season (82 and 84%). The seed vigor of shaded plants in the second season was higher than the others, by the cold tests (80%) and AA with vigor of 78 and 77%, respectively. For soybeans, the highest G (93%) was under light restriction during the third season, and the vigor (AA) reduced under more intense shading in the second season. It was concluded that continuous shading of 70% in wheat decreased seed vigor, especially when started between booting and anthesis stages; and in soybean the higher seed G when shading is imposed from the R4 stage, but lower vigor when seed filling. Shading during the third season promoted seed G but reduces the vigor of wheat seeds. Germination and vigor of soybean seeds from the third shading season were favored, especially under higher light reduction.

Keywords: Germination. *Glycine max*. Shading *Triticum aestivum*. Vigor.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Umidade relativa do ar média (UR), temperaturas mínima (T° mín), média (T° média) e máxima (T° máx) registradas por aparelho Datalogger, na casa de vegetação durante a condução do experimento com a cultura do trigo, durante a safra agrícola 2018..... 42
- Figura 2 - Representação esquemática dos lotes de sementes de trigo formadas conforme os períodos de início do sombreamento das plantas em Dias Julianos, e respectivos estádios fenológicos da cultura, 2018. 44
- Figura 3 - Umidade relativa do ar média (UR) e temperaturas mínima (T° mín), média (T° média) e máxima (T° máx) registradas por aparelho Datalogger, na casa de vegetação (ambiente não sombreado) durante a condução do experimento com a cultura da soja, durante a safra agrícola 2018/2019. 46
- Figura 4 - Representação esquemática dos lotes de sementes de soja formadas conforme períodos de início do sombreamento das plantas em Dias Julianos (2018 e 2019), e respectivos estádios fenológicos da cultura, 2018/2019. 48
- Figura 5 - Precipitação pluviométrica (Precip), temperaturas mínima (T° mín), média (T° média) e máxima (T° máx) (a), e radiação solar (b) diárias registradas durante a condução do experimento em campo com a cultura do trigo, durante a safra agrícola 2018..... 50
- Figura 6 - Precipitação pluviométrica (Precip), temperatura mínima (T° mín), média (T° média) e máxima (T° máx) (a), e radiação solar (b) diárias registradas durante a condução do experimento em campo com a cultura da soja, durante a safra 2018/2019. 54
- Figura 7 - Peso de mil sementes (PMS) (a) e percentual de umidade (U%) (b) de sementes de trigo em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura. 74
- Figura 8 - Germinação (G) (a), sementes mortas (MO) (b), plântulas anormais (PA) (c, d), primeira contagem de germinação (PCG) (e) e índice de velocidade de germinação (IVG) (f) de sementes de trigo em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura..... 77
- Figura 9 - Vigor pelo teste de frio (TF) (a) e envelhecimento acelerado (EA) (b) de sementes de trigo em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura. 80
- Figura 10 - Condutividade elétrica (CE) e viabilidade pelo teste de tetrazólio de sementes de trigo em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura. 82
- Figura 11 - Comprimento de parte aérea (CPA) e massa seca de plântula (MSP) oriundas de sementes de trigo em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura..... 83
- Figura 12 - Peso de mil sementes (PMS) (a), percentual de umidade de sementes (U%) (b) e valvas (UV%) (c; d) de soja em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura..... 87

- Figura 13 - Germinação (G) (a), plântulas anormais (PA) (b), primeira contagem de germinação (PCG) (c) e índice de velocidade de emergência (IVE) (d) de sementes de soja em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura. 91
- Figura 14 - Envelhecimento acelerado (EA) (a) e vigor pelo teste de tetrazólio (vigor – TZ) (b) de sementes de soja em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura. 94
- Figura 15 - Comprimento de parte aérea (CPA) (a), raiz principal (CRP) (b), comprimento total (CTP) (c) e massa seca de plântulas (MSP) (d) oriundas de sementes de soja em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura. 96

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1- Dados da análise química do solo utilizado no experimento em casa de vegetação com produção de sementes de trigo em diferentes períodos de imposição das plantas sob sombreamento, durante a safra 2018. 42
- Tabela 2 - Dados da análise química do solo utilizado no experimento em campo com produção de sementes de trigo sob diferentes níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura, durante a safra 2018. 51
- Tabela 3 - Estádios fenológicos da cultura do trigo nas respectivas épocas de sombreamento utilizadas no experimento na área experimental, safra 2018. 52
- Tabela 4 - Estádios fenológicos da cultura da soja nas respectivas épocas de sombreamento utilizadas no experimento na área experimental, safra 2018/2019. 56
- Tabela 5 - Análise de variância (quadrado médio e significância) para peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), plântulas anormais (PA), sementes mortas (MO), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento raiz principal (CRP), comprimento total (CTP) e massa seca de plântulas (MSP), condutividade elétrica (CE) e tetrazólio (TZ) de lotes de sementes de trigo produzidas sob diferentes períodos de imposição sob sombreamento, safra 2019. 60
- Tabela 6 - Peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e condutividade elétrica (CE) de sementes de trigo produzidas sob diferentes períodos de imposição sob sombreamento. 61
- Tabela 7 – Vigor pelo teste de envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF) e condutividade elétrica (CE) de sementes de trigo produzidas sob diferentes períodos de imposição sob sombreamento. 63
- Tabela 8 - Comprimento da raiz principal (CRP), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento total (CTP) e massa seca de plântulas (MSP) de trigo produzidas sob diferentes períodos de imposição sob sombreamento. 65
- Tabela 9 - Análise de variância para peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), plântulas anormais (PA), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento raiz principal (CRP), comprimento total (CTP) e massa seca de plântulas (MSP) de lotes de sementes de soja produzidos sob diferentes períodos de sombreamento. ... 67
- Tabela 10 - Peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), plântulas anormais (PA), envelhecimento acelerado (EA), de sementes de soja produzidas sob diferentes períodos de imposição sob sombreamento. 68
- Tabela 11 – Condutividade elétrica (CE), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento da raiz principal (CRP), comprimento total (CTP) e massa seca de plântulas (MSP) de soja produzidas sob diferentes períodos de imposição sob sombreamento. 71

Tabela 12 - Resumo da análise de variância (quadrado médio e significância) para peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), plântulas anormais (PA), sementes mortas (MO), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), viabilidade (TZ), umidade (UM%), comprimento de parte aérea (CPA), raiz principal (CRP), total das plântulas (CTP) e massa seca de plântulas (MSP) de sementes de trigo em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura, safra 2018. 73

Tabela 13 - Resumo da análise de variância (quadrado médio e significância) para peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), plântulas anormais (PA), sementes mortas (MO), vigor pelo teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), vigor (VIG- TZ) e viabilidade (VIAB-TZ) por tetrazólio, comprimento de parte aérea (CPA), raiz principal (CRP), comprimento total (CTP) e massa seca de plântula (MSP), umidade das valvas (UV%) e de sementes (U%) de soja em função de níveis de sombreamento impostos nas plantas em diferentes épocas do desenvolvimento da cultura. 86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADP	Adenosina Difosfato
ATP	Adenosina Trifosfato
CAV	Centro de Ciências Agroveterinárias
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CQFS	Comissão de Química e Fertilidade do Solo
C1/C2	Semente Certificada de Primeira Geração/Segunda Geração
C3	Plantas em que primeiro produto estável da fixação de carbono é um composto de três carbonos
C4	Plantas em que primeiro produto estável da fixação de carbono é um composto de quatro carbonos
DAS	Dias Após a Semeadura
DJ	Dias Julianos
DLI	Daily Light Integral
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations
ILF	Integração Lavoura Floresta
ILPF	Integração Lavoura Pecuária Floresta
IND	Índice de Nebulosidade Diurna
NADP	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Fosfato
NADPH	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Fosfato (forma reduzida)
PPFD	Photosynthetic photon flux density
Pr	Fitocromo Vermelho
Prf	Fitocromo Vermelho Distante
SAE	Semanas Após a Emergência
S1/S2	Sementes Seleccionadas / Não Certificadas
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	Centímetros
°	Graus
°C	Graus Celsius/ Centígrado
g	Grama
ha	Hectare
h	Horas
i.a.	Ingrediente Ativo
kg	Kilograma
≥	Maior ou Igual
®	Marca Comercial/ Marca Registrada
≤	Menor ou Igual
m	Metro
m ⁻²	Metro Quadrado
µm	Micrometro
µS	Microsiemens
mg	Miligrama
mm	Milímetro
‘/ min	Minuto
nm	Nanômetro
%	Percentual
T °	Temperatura
s	Segundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.	25
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	29
2.1	SOMBREAMENTO.	29
2.2	SEMENTES.	33
2.3	CULTURA DO TRIGO.	36
2.4	CULTURA DA SOJA.	38
3	METODOLOGIA.	41
3.1	CARACTERIZAÇÃO LOCAL E CLIMÁTICA.	41
3.2	CASA DE VEGETAÇÃO.	41
3.2.1	Trigo.	41
3.2.1.1	<i>Avaliação das sementes.</i>	44
3.2.2	Soja.	46
3.2.2.1	<i>Avaliação das sementes.</i>	48
3.2.3	Análise estatística.	49
3.3	ÁREA EXPERIMENTAL.	49
3.3.1	Trigo.	49
3.3.1.1	<i>Avaliação das sementes.</i>	53
3.3.2	Soja.	53
3.3.2.1	<i>Avaliação das sementes.</i>	56
3.3.3	Análise estatística.	58
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.	59
4.1	CASA DE VEGETAÇÃO.	59
4.1.1	Trigo.	59
4.1.2	Soja.	66
4.2	ÁREA EXPERIMENTAL.	73
4.2.1	Trigo.	73
4.2.2	Soja.	85
5	CONCLUSÃO.	99
5.1	CASA DE VEGETAÇÃO.	99

5.1.1	Trigo.	99
5.1.2	Soja.	99
5.2	ÁREA EXPERIMENTAL.	100
5.2.1	Trigo.	100
5.2.2	Soja.	100
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.	101
	REFERÊNCIAS.	103

