

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MAIKELY LUANA FELICETI

**DESEMPENHO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE SOJA COM
GRUPOS DE MATURAÇÃO CONTRASTANTES EM FUNÇÃO DA
ÉPOCA DE SEMEADURA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2019

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

MAIKELY LUANA FELICETI

**DESEMPENHO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE SOJA COM
GRUPOS DE MATURAÇÃO CONTRASTANTES EM FUNÇÃO DA
ÉPOCA DE SEMEADURA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2019

MAIKELY LUANA FELICETI

**DESEMPENHO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE SOJA COM
GRUPOS DE MATURAÇÃO CONTRASTANTES EM FUNÇÃO DA
ÉPOCA DE SEMEADURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos André Bahry

PATO BRANCO

2019

F314d

Feliceti, Maikely Luana.

Desempenho de sementes de genótipos de soja com grupos de maturação contrastantes em função da época de semeadura / Maikely Luana Feliceti. -- 2019.

68 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

Coorientador: Prof. Dr. Carlos André Bahry

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2019.

Bibliografia: f. 60 - 68.

1. Soja - Semente. 2. Sementes - Qualidade. 3. Lignina. I. Possenti, Jean Carlo, orient. II. Bahry, Carlos André, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD (22. ed.) 630

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 192

DESEMPENHO DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE SOJA COM GRUPOS DE MATURAÇÃO CONTRASTANTES EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE SEMEADURA

por

MAIKELY LUANA FELICETI

Dissertação apresentada às treze horas do dia doze de abril de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos membros abaixo designados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Valmor Antonio Konflanz

KSP Sementes Ltda

Prof. Dr. Dra. Anelise Tessari Perbon

UTPR/Dois Vizinhos

Prof. Dr. Pedro Valério Dutra de Moraes

UTFPR/Dois Vizinhos

Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

UTFPR/Dois Vizinhos

Orientador

Prof. Dr. Alcir José Modolo

Coordenador do PPGAG

In memoriam, a minha avó Teresa Zanbruski Feliceti e ao meu tio José Feliceti, que perdi ao longo desta caminhada, dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, sou imensamente grata à Deus por seu amor infinito.

Agradeço aos meus pais, Arlindo e Zenaide Feliceti; a minha irmã Maiara Feliceti, que são meus alicerces, obrigada por todo amor, incentivo e paciência.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Jean Carlo Possenti e Prof. Dr. Carlos André Bahry, gratidão pela sábia orientação, amizade e compreensão.

À parceria com a Cooperativa Agropecuária Tradição (Coopertradição).

Ao Dr. Francisco Carlos Krzyzanowski, pesquisador da Embrapa Soja, por viabilizar e disponibilizar o Laboratório de Química de Sementes - Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos, para realização das análises de lignina.

Ao Sr. Waldemar de Oliveira Neto e sua equipe, da Embrapa Soja, por conduzir a realização dos testes de lignina.

Aos colegas do Laboratório de Análises de Sementes e do Laboratório de Culturas Anuais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Dois Vizinhos, pela ajuda prestada.

Aos amigos que o PPGAG me proporcionou, Helter Carlos, Zenilda Carneiro, Amanda Pacheco, Sarha Kobata, Melissa Cabrera, Paula Steilmann, Drieli Reiner, Vanessa Padilha, Marcieli da Silva, Thayllane Siega e demais, gratidão pela amizade e pelas vivências.

Agradeço em especial meus pais, as minhas amigas Maiara Secco de Souza e Jessica Regina Belusso, as meninas do laboratório Ana Paula Mesquita e Josieli Aparecida da Silva, e ao Willian Silva. Também a Lindamir, Guilherme e Celso Pilonetto. Que no momento que mais precisei, me ajudaram, contribuindo com a realização de um experimento. Gratidão por toda ajuda prestada.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa de estudos;

À UTFPR-DV, pela disponibilização de infraestrutura e recursos financeiros para realização da pesquisa; e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAG).

Por fim, agradeço as pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram ao longo de mais esta etapa da minha vida.

*O rio atinge seus objetivos porque aprendeu a contornar obstáculos
(Lao-tsé).*

RESUMO

FELICETI, Maikely Luana. Desempenho de sementes de genótipos de soja com grupos de maturação contrastantes em função da época de semeadura. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

Para se produzir sementes de soja de alta qualidade, as condições climáticas, como temperaturas amenas e disponibilidade hídrica durante a sua formação, enchimento e maturação, são indispensáveis. Como estratégias para tentar viabilizar estas condições destacam-se a época de semeadura e grupo de maturação dos genótipos, além de fatores genéticos, como a lignina no tegumento das sementes. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da época de semeadura e do grupo de maturação de diferentes genótipos de soja, bem como a concentração de lignina no tegumento, sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas. A produção de sementes foi realizada junto à Área Experimental da UTFPR-DV, nas safras 2016/17 (Ensaio 1) e 2017/18 (Ensaio 2), adotando-se três épocas de semeadura: final de setembro, final de outubro e final de dezembro e, onze genótipos de soja, de diferentes grupos de maturação. Depois de colhidas, as sementes já limpas e secas foram encaminhadas ao Laboratório Didático de Análises de Sementes da Universidade, onde se realizaram os testes de germinação, envelhecimento acelerado e dano mecânico. Além destes, a concentração de lignina no tegumento das sementes foi determinada junto ao Laboratório de Química de Sementes - Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos, da Embrapa Soja, Londrina/PR. O delineamento experimental adotado em laboratório foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Após a sua compilação, o conjunto de dados foi tabulado e submetido ao teste de Lilliefors para verificação da homogeneidade da variância. Cumpridos os pressupostos do modelo, procedeu-se a ANOVA, para verificação do nível de significância dos fatores isolados e da sua interação (genótipos de soja x épocas de semeadura) pelo teste T ($p < 0,05$). Havendo efeito dos tratamentos, efetuou-se a comparação de médias pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Em ambas as safras, a melhor época de semeadura, visando vigor de sementes, foi a de final de outubro, para a maior parte das cultivares avaliadas; os danos mecânicos não afetaram a qualidade das sementes; o teor de lignina foi maior nas linhagens TP e IAC, porém sem reflexo positivo à qualidade das sementes. Sementes duras só foram observadas nas linhagens IAC e TP. A germinação das sementes de soja no Ensaio 1, foi melhor na época de semeadura de dezembro. E no Ensaio 2, foi em outubro. No geral, a cultivar NS 4823 RR com GMR 4.8, apresentou boa germinação nas duas safras de estudo.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill. Colheita de sementes. Grupo de Maturidade Relativa. Qualidade de sementes. Lignina.

ABSTRACT

FELICETI, Maikely Luana. Seed performance of soybean genotypes with contrasting maturation groups as a function of sowing season. 68f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Vegetables Production), Federal University of Technology Paraná. Pato Branco, 2019.

In order to produce high quality soybeans, climatic conditions such as mild temperatures and water availability during their formation, filling and maturation are indispensable. As strategies to try to make these conditions feasible, the sowing season and maturation group of the genotypes, as well as genetic factors, such as lignin in the integument, stand out. The objective of this work was to evaluate the effect of sowing season and maturation group of different soybean genotypes, as well as lignin concentration in the tegument, on the physiological quality of the seeds produced. Seed production was carried out in the Experimental Area of UTFPR-DV, in the 2016/17 (Trial 1) and 2017/18 (Trial 2) crops, with three sowing dates: late September, late October and late of December, and eleven soybean genotypes, from different maturation groups. After being harvested, the already cleaned and dried seeds were sent to the Laboratory of Seed Analysis of the University, where the germination, accelerated aging and mechanical damage tests were carried out. In addition, the concentration of lignin in the seed coat was determined by the Seed Chemistry Laboratory - Seed and Grain Technological Center, Embrapa Soja, Londrina/PR. The experimental design was completely randomized, with four replications. After its compilation, the data set was tabulated and submitted to the Lilliefors test to verify the homogeneity of the variance. Then, ANOVA was performed to verify the significance level of the isolated factors and their interaction (soybean genotypes vs. sowing times) by the T test ($p < 0.05$). Therefore, was compared the means by the Scott Knott test, at 5% probability. In both crops, the best sowing season, aiming seed vigor, was the end of October, for most cultivars evaluated; mechanical damage did not affect seed quality; the lignin content was higher in TP and IAC lines, but with no positive effect on seed quality. Hard seeds were only observed in the IAC and TP lines. Germination of soybean seeds in Trial 1 was better at the December sowing season. And in Trial 2, it was in October. In general, the cultivar NS 4823 RR with GMR 4.8, presented good germination in the two harvests.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill. Seed Harvest. Relative Maturity Group. Seed quality. Lignin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Grupos de maturidade relativa de cultivares de soja no Brasil, em função da latitude.....	24
Figura 2 – Cenário climático para a safra 2016/17, incluindo temperatura, umidade, radiação e chuva mensais. Referente as épocas de semeadura até o momento da colheita.....	30
Figura 3 – Cenário climático para a safra 2017/18, incluindo temperatura, umidade, radiação e chuva mensais. Referente as épocas de semeadura até o momento da colheita.....	31
Figura 4 – A) Montagem do teste de germinação em folha de papel para germinação de sementes. B) Quatro rolos de 50 sementes para cada tratamento.....	32
Figura 5 – Teste dano mecânico. A) Sementes imersas em hipoclorito de sódio. B) Determinação do número de sementes danificadas.....	33
Figura 6 – A) Sementes colocadas em potes, embebidas por 24 horas a 25°C. B) Separação do tegumento e da semente. C) Sementes secas em estufa, acomodadas em recipientes de plástico para análise da lignina.....	34
Figura 7 – A) Leitura do teste de germinação da cultivar IAC, época 1.....	37
Figura 8 – A) Arquitetura de planta da linhagem IAC. B) Arquitetura da planta da linhagem TP.....	47
Figura 9 – Leitura do teste de germinação da linhagem TP, com a presença das plântulas normais, anormais, mortas e duras.....	51
Figura 10 – A) Plântulas do teste de germinação da linhagem IAC. B) Plântulas do teste de envelhecimento acelerado da linhagem IAC.....	54

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Características agronômicas do material experimental utilizado. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.....29
- Tabela 2 – Datas das colheitas dos materiais na safra 2016/17 e 17/18. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.....30
- Tabela 3 – Resumo da análise de variância incluindo as fontes de variação, seus respectivos quadrados médios e significâncias, dos caracteres de qualidade fisiológica da semente; pelos testes de germinação (G), sementes duras (SD), envelhecimento acelerado (EA) e dano mecânico (DM), de onze cultivares de soja provenientes de ensaios realizado no município de Dois Vizinhos-PR, na safra 2016/2017. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2019.....36
- Tabela 4 – Dados médios das variáveis germinação final G (%) e sementes duras SD (%), de um experimento com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.....36
- Tabela 5 – Dados médios das variáveis envelhecimento acelerado EA (%) e dano mecânico (%) de um experimento com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.....42
- Tabela 6 – Dados médios do teor de lignina do tegumento das sementes de soja (%), de um experimento com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.....45
- Tabela 7 – Resumo da análise de variância incluindo as fontes de variação, seus respectivos quadrados médios e significâncias, e coeficientes de variação (C.V.%) dos caracteres de qualidade fisiológica, física e química da semente; pelos testes de germinação (G), sementes duras (SD), envelhecimento acelerado (EA) e dano mecânico (DM), de onze cultivares de soja provenientes de ensaios realizado no município de Dois Vizinhos-PR, na safra 2017/2018. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2019.....47
- Tabela 8 – Dados médios das variáveis de germinação final G (%) e sementes duras SD (%) de um experimento com onze tratamentos em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.....48
- Tabela 9 – Dados médios das variáveis envelhecimento acelerado EA (%) e dano mecânico DM (%) de um experimento com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.....53
- Tabela 10 – Dados médios do teor de lignina do tegumento das sementes de soja (%), de um experimento com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.....57

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CONAB	
CVG	Coeficiente de velocidade de germinação
EA	Envelhecimento Acelerado
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Época 1	Época de semeadura 1
Época 2	Época de semeadura 2
Época 3	Época de semeadura 3
GMR	Grupo de Maturidade Relativa
IVE	Índice de velocidade de imergência
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.2 QUALIDADE DE SEMENTES.....	16
2.3 TEGUMENTO DAS SEMENTES DE SOJA	19
2.2 CONDIÇÕES ADEQUADAS DE CAMPO PARA PRODUZIR SEMENTES.....	21
2.4 GRUPOS DE MATURAÇÃO.....	23
2.5 INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE SEMEADURA SOBRE A PRODUÇÃO DE SEMENTES	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 DESCRIÇÃO DO ENSAIO	28
3.2 ETAPA DE CAMPO	28
3.2.1 MATERIAL VEGETAL E CONDUÇÃO DO ENSAIO.....	28
3.3 DETERMINAÇÕES LABORATORIAIS	31
3.4 VARIÁVEIS RESPOSTA DETERMINADAS EM LABORATORIO	31
3.4.1 Germinação de Sementes	31
3.4.2 Envelhecimento Acelerado	32
3.4.3 Danos mecânicos	32
3.4.4 Teor de lignina	33
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	34
3.5.1 Etapa de campo.....	34
3.5.2 Etapa de laboratório.....	34
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 ENSAIO 1 - SAFRA 2016/17	35
4.2 ENSAIO 2 - SAFRA 2017/18	47
5 CONCLUSÕES.....	59
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

Considerada uma das principais evidências da evolução na agricultura, as sementes são protagonistas de uma contínua busca por qualidade e produtividade nas lavouras (BOTELHO, 2012) e dentre as quais, destacam-se as de soja.

A cultura tem grande relevância no cenário econômico nacional e internacional, visto que seu produto colhido, os grãos, tem ampla utilização como fonte de óleo vegetal, alimentícia e em outras áreas industriais. Neste sentido, a soja é a oleaginosa mais cultivada no mundo (QUITOB, 2008).

Estudos na área do melhoramento genético estabelecem benefícios ao produtor em termos de produtividade de grãos, considerando que a semente com alta qualidade fisiológica age como veículo de cultivares com características superiores (POSSENTI, 2007; PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012; MARCOS-FILHO, 2015).

O desenvolvimento das sementes de soja é influenciado por diversos fatores ambientais, como temperatura, precipitação pluvial, umidade relativa do ar, umidade do solo e fotoperíodo. As sementes, estão expostas à estresses durante toda a sua formação e maturação a campo, o que pode comprometer sua qualidade pós-colheita. Isso acarreta em condenação de lotes, ou baixa qualidade dos mesmos, prejudicando o valor da matéria prima que dará origem a uma nova lavoura (ELIAS; COPELAND, 2001; MARCOS FILHO, 2015).

Em virtude dos fatores do ambiente que influenciam no ciclo da soja, na sua adaptação e, conseqüentemente potencial produtivo, bem como na qualidade das sementes geradas, as novas cultivares vêm sendo indicadas com base no seu grupo de maturidade relativa. Ou seja, o número de dias que a cultura leva para encerrar o ciclo, da emergência até a sua maturidade fisiológica. O mesmo é determinado pela resposta ao fotoperíodo e temperatura, sendo que a sensibilidade para ambas depende da cultivar (BEXAIRA et al., 2018).

Nesse sentido, os ensaios regionais são necessários para a definição da melhor época de semeadura em um determinado local, devido à variabilidade de condições ambientais (MOTTA et al., 2002). Muitos são os estudos relacionados à época de semeadura em função da maturação final das sementes de soja, para

garantir que não se comprometa a sua qualidade fisiológica (SADIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

Para que haja a produção de sementes de soja de alta qualidade, as épocas de semeadura devem ser identificadas para cada cultivar. Mesmo o efeito de genótipo sendo determinante, os efeitos da interação deste com o ambiente é expresso de diferentes formas, conforme o ambiente em que a cultivar está inserida. Este importante fator deve ser levado em consideração no momento do planejamento da produção das sementes (BORNHOFEN et al., 2015).

A fase pós maturidade fisiológica da semente necessita de uma época quente e seca, pois perder maior quantidade de água em um menor período de tempo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012).

É nesse período que o tegumento atua como proteção contra os fatores bióticos e abióticos, colaborando para a manutenção da qualidade física e fisiológica das sementes produzidas (BAHRY, 2014). Essa estrutura está associada à concentração de lignina nas sementes, composto fenólico, que atua como barreira para minimizar danos mecânicos, aumentar a sua longevidade, controle da permeabilidade à água e deterioração (BOTELHO, 2012; MARCOS-FILHO, 2015; DANTAS et al., 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da época de semeadura e do grupo de maturação de diferentes genótipos de soja, bem como a concentração de lignina no tegumento, sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas, em duas safras agrícolas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

A semente contém todas as substâncias necessárias para o crescimento e desenvolvimento do embrião e da plântula, durante o processo de germinação e emergência (ELIAS et al., 2012). Sua composição química é influenciada pelos fatores genéticos e do ambiente, variando de uma espécie para outra e contempla,

basicamente, carboidratos, proteínas e lipídios; bem como ácido fítico, giberelinas, citocininas, inibidores, compostos fenólicos, vitaminas, alcaloides, taninos e íons, que são compostos necessários para o controle do metabolismo e crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2009; ZIMMER, 2009; BEWLEY; BLACK, 1994).

Em condições de campo, as sementes estão expostas à vários fatores abióticos e bióticos, como a temperatura durante a formação, enchimento e maturação; umidade relativa do ar; períodos de escassez hídrica; deficiência nutricional; ataque de pragas e doenças; dentre outros fatores que poderão prejudicar a qualidade fisiológica das mesmas (PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012).

A qualidade das sementes é estabelecida na etapa de campo. E as etapas de secagem, beneficiamento e armazenamento somente poderão manter a qualidade das mesmas. Por isso, faz-se necessário estudos relacionados a época de semeadura devido ao estresse causado pela seca e alta temperatura, tempo de maturação, perdas na colheita, danos mecânicos, pois são estes os fatores que influenciam significativamente na qualidade das sementes (CANTARELLI, 2015). Ainda segundo os mesmos autores, os atributos que conferem a qualidade das sementes são os fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários; que são dependentes do tegumento das sementes (BAHRY, 2014).

Os fatores genéticos são decorrentes da pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e doenças, precocidade, resistência às condições adversas de solo e clima, dentre outros. Essas características são influenciadas pelo ambiente que a semente é exposta (MARCOS FILHO, 2015).

Os atributos físicos da qualidade das sementes são representados pela pureza física, umidade, danos mecânicos, massa de 1.000 sementes, aparência e peso volumétrico. Toda vez que ocorre o manuseio da semente, ela está sujeita aos danos mecânicos. Estes podem ocorrer à campo devido às condições climáticas, e no momento de colheita e beneficiamento. O tegumento possui função de proteger a semente, contudo, algumas sementes de soja são mais suscetíveis aos danos mecânicos, sobretudo devido ao seu próprio tamanho e área de exposição aos impactos. Comprometendo assim, os níveis de qualidade fisiológica das sementes (MARCOS-FILHO, 1986).

Os fatores fisiológicos envolvem o metabolismo da semente, expressam

seu potencial por meio da germinação, dormência e vigor. Outro fator considerado é o sanitário. As sementes utilizadas devem ser sadias e livres de patógenos (SHUANB, 2006).

As pesquisas visando a qualidade das sementes são responsáveis pela evolução da agricultura brasileira. A alta produtividade obtida nas lavouras está ligada ao estabelecimento das plantas no campo, que dependem, dentre outros fatores, da utilização de sementes de boa qualidade (BOTELHO, 2012). Desse modo, a tecnologia de sementes engloba um conjunto de conhecimentos técnicos e científicos, para fundamentar a produção e utilização de sementes de alta qualidade (BEWLEY; BLACK, 1994), constituindo-se em uma ferramenta de extrema importância para o agricultor.

A desuniformidade causada por plantas de baixo vigor pode contribuir para redução no rendimento de grãos, das comunidades originadas com lotes de sementes de menor vigor (CANTARELLI, 2015).

Visando avaliar a influência do vigor de sementes sobre a produtividade da soja, Schuch et al. (2009), separaram dois lotes de sementes com base na velocidade de emergência. Plântulas emergidas até o 6º dia após a semeadura foram consideradas provenientes de sementes de alta qualidade fisiológica (90% de germinação), e as emergidas no 9º e 10º dias, de baixa qualidade (69% de germinação). Os autores constataram que, as plantas do lote de alto vigor apresentaram maior rendimento de grãos, 25% acima das sementes de baixa qualidade.

Sementes com qualidade fisiológica superior resultam na emergência de plântulas mais precocemente, e em plantas com maior massa seca e área foliar e, conseqüentemente, mais produtivas (SCHEEREN et al., 2010). A qualidade das sementes garante um estande adequado da lavoura com plantas vigorosas, resultando na germinação rápida e uniforme (FRANÇA-NETO, 2016).

Bagatelli (2015), que testou o efeito da variação do nível de vigor dos lotes de sementes sobre o crescimento das plantas, componentes de rendimento e produtividade da cultura da soja, também verificou situação semelhante. O autor verificou que a utilização de lotes de sementes com nível de vigor de 95%, incrementou a produtividade em até 842 Kg ha⁻¹; conferindo acréscimos superiores a

35% no rendimento de grãos de soja.

No campo, a perda da qualidade das sementes é constante, por isso a necessidade de estudos relacionados ao tegumento das sementes. O período de viabilidade da semente é variável, pois depende de várias características, tanto de efeitos ambientais durante o desenvolvimento e crescimento das plântulas, quanto no processo de colheita, beneficiamento e armazenamento (GRIS et al., 2010).

Verifica-se então que o tegumento de sementes de soja possui impacto na qualidade fisiológica destas. O seu envoltório apresenta papel significativo na germinação, pois atua no processo de absorção de água, bem como, na proteção contra os microrganismos e danos mecânicos (ZORATO, 2018). Portanto torna-se necessária investigação acerca deste assunto.

2.3 TEGUMENTO DAS SEMENTES DE SOJA

As sementes das angiospermas possuem uma estrutura de proteção do embrião, que é derivado dos integumentos do óvulo. O tegumento da semente retrata o genótipo da planta-mãe, sendo composto pelo integumento externo (primina) que forma a testa e o tegumento interno (secundina) que forma o tegma (ZIMMER, 2009).

O revestimento da semente é uma estrutura composta, que fornece proteção e cobertura para o embrião; também serve como aquisição de nutrientes para o embrião que está em desenvolvimento. A cobertura externa desempenha funções fundamentais para o desenvolvimento e a vitalidade das sementes (BEWLEY; BLACK, 1994).

No entanto, essa estrutura final é uma fina camada de células e fibras de textura seca, muito resistente, e responsável pelas trocas gasosas da semente com o meio. Do ponto de vista da conservação das sementes, este tecido é responsável pelas trocas gasosas (O_2 ; CO_2 e vapor de água) do embrião com o meio externo, e pela absorção dos impactos durante a colheita e beneficiamento. Daí sua importância do ponto de vista da ciência e tecnologia de sementes (MARCOS FILHO, 2015).

O tegumento também é responsável pela união dos órgãos internos da semente. Pode ser de diferentes cores, mas na soja, este apresenta-se basicamente

na cor amarela, podendo, entretanto, ter a cor marrom ou preta, dependendo de cada cultivar. Conforme alguns estudos, existe correlação entre a coloração do tegumento e a qualidade das sementes (SANTOS et al., 2007; MERTZ et al., 2009; GRIS, 2010; ANDRADE, 2012). Contudo, o tegumento das sementes é composto dentre outras substâncias por lignina (ELIAS et al., 2012).

A lignina por sua vez, é um composto fenólico natural presente nas plantas, considerada, depois da celulose, a substância orgânica mais abundante na planta. Está presente na parede celular das plantas vasculares e, possui grande importância na sustentação e condução de água. É um polímero extremamente ramificado, que permite o transporte de água para dentro da planta e desempenha funções importantes na qualidade física e fisiológica das sementes de soja, conferindo rigidez ao tegumento (DANTAS et al., 2012).

Quando ocorre o processo de lignificação, a lignina substituiu a água da parede celular e se liga aos polissacarídeos celulósicos, não celulósicos e proteínas (LIYAMA; LAM; STONE, 1994). Por sua capacidade de ligação à celulose e às proteínas, a lignina bloqueia o crescimento de patógenos (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Nas sementes, a lignina está presente no tegumento, e exerce função de proteção contra os danos mecânicos. Contudo, o tegumento da soja é muito fino e o conteúdo de lignina é baixo, assim, oferece pouca proteção para radícula. Muitos autores relatam que o teor de lignina tem relação com a resistência das sementes de soja aos danos mecânicos, minimizando-os e, por consequência, conferindo maior qualidade das sementes (MENEZES et al., 2009; GRIS, 2010).

A qualidade fisiológica de sementes de soja da cultivar CD 202, com tegumento amarelo, e da linhagem TP, com tegumento preto, quando comparadas, mostrou que as sementes pretas foram superiores às sementes amarelas, gerando mais plântulas normais e apresentando menos danos. Isto ocorreu devido à velocidade de embebição menor, sendo atribuída à maior concentração de lignina e proteína das sementes da linhagem TP (MERTZ et al., 2009; ANDRADE, 2012).

Estes dados corroboram com os verificados em feijão, por Marcos-Filho (2015), em que os danos mecânicos ocorreram mais em tegumentos claros e com baixos teores de lignina, cerca de 1%. As sementes de cores escuras apresentaram concentração deste composto fenólico próximo a 15%.

Huth et al. (2016), conduziram um ensaio com o objetivo de avaliar a relação entre o teor de lignina e a tolerância à deterioração por umidade e dano mecânico. As sementes foram submetidas a uma deterioração por calor e depois realizou-se os testes de germinação, envelhecimento acelerado e tetrazólio. Assim, concluíram que as sementes de cultivares de soja com maior teor de lignina no tegumento foram menos suscetíveis aos danos causados por umidade e danos mecânicos, resultando assim, em um maior número de plântulas normais, pelo teste de germinação.

Na pesquisa realizada por Brzezinski et al. (2017), se avaliou o efeito da deterioração por umidade em pré-colheita, sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja, sendo estas contrastantes para lignina no tegumento e na vagem. Os pesquisadores concluíram que, cultivares de soja com maior teor de lignina na vagem apresentam melhor qualidade de sementes e maior resistência à deterioração por umidade em pré-colheita. Para França-Neto (2010), genótipos de soja que apresentaram mais que 5% de teor de lignina no tegumento conferiram sementes de maior qualidade.

A planta de soja torna-se mais suscetível aos danos ocasionados por insetos-praga quando causados na fase reprodutiva, após ao seu florescimento. Portanto, a presença de lignina no tegumento das sementes é essencial, pois proporciona mais resistência ao dano mecânico, maior tolerância à deterioração e mantêm a integridade da parede celular (FRANÇA-NETO et al., 2016).

De fato, fica evidente o quão importante são as pesquisas referentes ao tegumento das sementes de soja. Visando a melhoria da qualidade fisiológica e da tolerância contra os danos é que se tem verificado em programas de melhoramento genético investimentos para se aumentar o teor de lignina no tegumento das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

2.2 CONDIÇÕES ADEQUADAS DE CAMPO PARA PRODUZIR SEMENTES

O potencial máximo da semente é expresso quando se atinge o ponto de maturidade fisiológica. Desta forma, a colheita deveria ser realizada o mais próximo à esta, para garantir sementes com alta qualidade fisiológica, visto que, durante a

produção de sementes no campo, estas ficam constantemente expostas às diversas variações do ambiente (GARCIA, 2018), o que pode comprometer, também, sua produtividade (DAVIS et al., 2016).

Para o bom crescimento e desenvolvimento das plantas de soja é necessário levar em consideração os fatores ambientais, como fotoperíodo, temperatura, precipitação pluvial, as práticas de manejo (preparo do solo, semeadura, dentre outros), fatores físicos e químicos do solo (DIAS, 2019).

Dentre estes, a disponibilidade hídrica, a temperatura e o fotoperíodo são os mais importantes, por provocarem alterações qualitativas no ciclo da soja (RODRIGUES et al., 2001).

Os fatores climáticos que mais influenciam na produtividade da soja são a precipitação pluvial, temperatura do ar e o fotoperíodo. A disponibilidade de água é importante, principalmente na germinação e enchimento de grãos. Os déficits hídricos expressivos, durante o enchimento de grãos, provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento dos estômatos e o enrolamento de folhas e, como consequência, causam a queda prematura de folhas e de flores, abortamento de vagens, resultando em redução no rendimento (BRASIL, 2018).

Esses fatores podem afetar todo ciclo de desenvolvimento das culturas de diferentes formas, em diversos estádios, interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas. Para determinar as exigências climáticas de uma espécie agrícola, são necessários estudos agroclimáticos, associados às observações fenológicas (SANTOS et al., 2017).

O crescimento e desenvolvimento das plantas de soja ocorrem com temperatura ideal entre 20 - 30°C; e, em relação a floração, a temperatura mínima tolerável é de 13°C. Na maturação, altas temperaturas e excesso de umidade podem contribuir para diminuir a qualidade das sementes/grãos. Temperaturas baixas na fase de colheita, associadas a períodos chuvosos, podem provocar atraso desta, além de haste verde e retenção foliar (EMBRAPA, 2013).

Outro ponto importante é a utilização de sementes de alta qualidade aliada às práticas de manejo inadequadas, que podem levar à redução do potencial genético da cultivar e, conseqüentemente, ao insucesso da lavoura. Faz-se necessário aliar o uso de sementes de alta qualidade com práticas de manejo

adequadas, visando conferir uma série de benefícios que incluem: aumento de produção e produtividade, utilização mais eficiente de fertilizantes, irrigação e pesticidas, devido a maior uniformidade de emergência e vigor das plântulas; menores problemas com plantas daninhas, doenças e pragas do solo (NUNES, 2016).

2.4 GRUPOS DE MATURAÇÃO

A maturação é o processo em que ocorrem alterações morfológicas, físicas, fisiológicas e bioquímicas, a partir da fecundação do óvulo até o momento em que a semente atinge a maturidade fisiológica. Esta, por sua vez, tem por objetivo determinar o momento ideal da colheita, visando preservar a qualidade das sementes produzidas (DELOUCHE, 2002).

Compreende-se como grupo de maturidade relativa, a duração do ciclo de desenvolvimento da soja, ou seja, o número de dias que a cultura leva para chegar à maturidade. O mesmo é determinado pela resposta ao fotoperíodo e temperatura; sendo que a sensibilidade para ambas depende da cultivar. Devido a isso, as cultivares são classificadas quanto sua região de melhor adaptação, em grupos de maturidade (BEXAIRA et al., 2018).

Os termos utilizados tradicionalmente para classificar as cultivares de soja, em função do seu tempo de maturação, eram conhecidos por superprecoce, precoce, semiprecoce, médio e tardio. No entanto, uma cultivar precoce em determinada região poderia ser tardia em outra, e vice-versa. Assim, para ajustar esses efeitos, houve uma organização do ciclo das cultivares em grupos de maturidade relativa (GMR), desenvolvido nos Estados Unidos. Esta nova classificação em GMR's, permitiu representar de forma mais realista os fatores que afetam a duração do ciclo (MONSOY, 2016; BEXAIRA et al., 2018).

Deste modo, as cultivares de soja foram separadas em grupos de acordo com a região de melhor adaptação, segundo a disponibilidade de fotoperíodo na época de cultivo. Quanto menor for o GMR, mais precoce é a cultivar (MONSOY, 2016). A Figura 1, representa o mapa dos grupos de maturidade predominantes em cada região com maior possibilidade de adaptação (ALLIPRANDINI et al., 2009).

Figura 1 – Grupos de maturidade relativa de cultivares de soja no Brasil, em função da latitude.



Fonte: Adaptado de Alliprandini et al., (2009).

Para a região Centro-Sul recomendam-se cultivares com GMR variando de <6.0 = superprecoce (até 110 dias); 6.1 – 6.5 = precoce (até 115 dias); 6.6 – 6.9 = semiprecoce (116-125 dias); 7.0 – 8.0 = médio (126-137 dias). Já no cerrado, até o norte do Brasil, predomina o cultivo de cultivares com GMR de 7 a 9 (ALLIPRANDINI et al., 2009).

A adaptabilidade de cada cultivar varia na medida em que o seu cultivo se desloca em direção ao sul ou ao norte, conforme ocorre a mudança de latitude. Isso ocorre, pois, as regiões mais próximas à linha do Equador tem a duração dos dias mais curtos no verão, e isso faz com que a soja floresça mais cedo, reduzindo seu ciclo e diminuindo o porte das plantas, principalmente para cultivares com hábito de crescimento determinado. Para diminuir esse efeito negativo que o fotoperíodo causa, são cultivadas plantas de ciclo mais longo ou com hábito de crescimento indeterminado, geralmente com grupos de maturação de 8.0 a 10.0 (MONSOY, 2016).

A colheita antecipada em relação à época de maturidade ocasiona deficiência no desempenho das sementes, interferindo na qualidade fisiológica, por ainda não estarem completamente formadas; havendo menor acúmulo de massa seca, acarretando em sementes de baixo vigor (EMBRAPA, 2013).

A caracterização de cultivares de soja, com diferentes grupos de maturação e tipos de crescimento, foi realizado em terras altas e terras baixas no Rio Grande do Sul, por Zanon et al. (2015). As cultivares de soja foram semeadas em diferentes épocas; antes, durante e após o período recomendado pelo Zoneamento Agroclimático da Soja para o Estado. As semeaduras de setembro, janeiro e fevereiro promoveram redução da fase vegetativa na maioria das cultivares, quando comparadas à época recomendada, novembro e dezembro. Também, verificou-se que o desenvolvimento da soja é similar quando cultivada em terras altas e em terras baixas.

A soja é uma das espécies mais sensíveis às condições ambientais durante e após a maturação. Estes fatos ressaltam a importância da obtenção de informações destinadas a caracterizar e a reconhecer com precisão o momento em que as sementes atingem a maturidade fisiológica. Pois, a partir da maturidade fisiológica, ocorre o início da deterioração das sementes, de modo que o retardamento da colheita contribui para acelerar processo (MARCOS-FILHO, 2015).

2.5 INFLUÊNCIA DA ÉPOCA DE SEMEADURA SOBRE A PRODUÇÃO DE SEMENTES

As cultivares de soja se diferenciam quanto à percepção à época de semeadura, respondendo de forma particular para cada qual (OLIVEIRA, 2010). A importância econômica mundial da cultura da soja já está consolidada, entretanto, ensaios para verificação da melhor época de semeadura para o ganho em rendimento de cultivares são constantemente demandados.

A Portaria da ADAPAR, Nº 202, de 19 de Julho de 2017 estabelece o período de semeadura para a cultura da soja entre 10 de setembro a 31 de dezembro de cada ano agrícola. Essa recomendação é devido ao controle da ferrugem asiática, principal doença da cultura, sendo o período de vazio sanitário fundamental para que

as lavouras iniciem seu desenvolvimento sem a presença do fungo causador da doença (ADAPAR, 2016). Assim, com as diferenças climáticas e lançamentos de novas cultivares, surge a necessidade de estudos regionalizados para que se possa avaliar o efeito dos fatores ambientais no desenvolvimento das culturas (KUSS et al., 2008).

No beneficiamento e na comercialização das sementes da soja, a qualidade é o requisito mais importante, pois este afeta o valor da matéria prima. O uso da tecnologia na agricultura proporciona facilidade e agilidade no manuseio para semeadura e colheita da soja. Para tanto, ainda existem fatores que causam perdas qualitativas e quantitativas desta cultura (ALENCAR et al., 2009). Dentre os fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes da soja, são considerados a época de semeadura, o momento da colheita e as condições do ambiente durante o armazenamento (PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012).

A época de semeadura é um dos fatores que mais influência no rendimento das sementes. Muitos são os estudos relativos à época de semeadura em função da maturação final das sementes de soja, para garantir que não se perca a qualidade fisiológica das mesmas. Quando as condições de umidade e temperatura são baixas, durante o processo de maturação e colheita, as sementes de soja tendem a ser de melhor qualidade. As condições climáticas, como chuvas frequentes, umidade relativa do ar elevada, alta temperatura, causam danos nas sementes, como tegumento enrugado, fissurado ou rachado (MOTTA et al., 2002; SADIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

Para que haja a produção de sementes de soja de alta qualidade, as épocas de semeadura devem ser identificadas para cada cultivar. Mesmo o efeito de genótipo sendo determinante, os efeitos da interação deste com o ambiente é expresso de diferentes formas, conforme o ambiente em que a cultivar está inserida. Este importante fenômeno deve ser levado em consideração no momento do planejamento da produção das sementes (BORNHOFEN et al., 2015).

A fase pós maturidade fisiológica da semente necessita de uma época quente e seca, pois a semente deve perder maior quantidade de água em menor período de tempo. Estudos mostram que retardar a época de semeadura em relação à tradicional da soja, visando produção de grãos, pode garantir uma maturação final

de desidratação, conferindo menos danos à qualidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Em pesquisa realizada por Pereira, Pereira e Fraga (2000), visando avaliar o efeito da época de semeadura sobre a qualidade das sementes geradas, de sete genótipos de soja, verificou-se que, a qualidade destas foi mais afetada negativamente na semeadura antecipada, neste caso, outubro; para a região de Goiânia. Quando comparando-se à semeadura tradicional, novembro; e tardia, dezembro. De acordo com os pesquisadores, fatores como umidade, danos mecânicos e incidência de patógenos, principalmente *Phomopsis sojae*, contribuíram para este resultado.

No oeste do Estado de Santa Catarina, Bornhofen et al. (2015) avaliaram quatro diferentes épocas de semeaduras: 15/10, 15/11, 15/12 e 15/01. Constataram diferença na sensibilidade das cultivares às variações na época de semeadura, quanto aos atributos qualitativos das sementes, verificando que semeaduras em meados de dezembro são as mais recomendadas para a produção de sementes de qualidade superior.

A qualidade fisiológica das sementes das cultivares de soja FCEP-66 e FCEP-64 foi avaliada mediante duas épocas de semeadura, na região de Pelotas/RS (17/01 e 15/02), por Pedó et al. (2016). Segundo os pesquisadores, a época de semeadura e a cultivar influenciaram nos resultados; pois, a cultivar FCEP-66 apresentou menor qualidade ao ser cultivada na segunda época de semeadura em relação à cultivar FCEP-64.

De acordo com Albrecht et al. (2009), semeaduras de safrinha, no oeste do Paraná, se mostraram desfavoráveis à obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica. Os pesquisadores conduziram um ensaio com diferentes épocas de semeadura das cultivares CD 202, CD 215 e CD 216, 15/01; 30/01; 15/02 e 15/03. Para os pesquisadores, as condições edafoclimáticas da região foi o principal fator comprometedor.

A época de semeadura é definida por fatores ambientais que interagem com a planta, ocasionando variações nas características e interferindo na qualidade das sementes. As cultivares possuem variabilidade e, por isso, é importante que sejam realizados ensaios regionais de avaliação de cultivares de soja, perfazendo em várias

épocas de semeadura em uma mesma região, para indicação do período mais favorável para o plantio (MOTTA et al., 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DO ENSAIO

O presente trabalho foi conduzido em campo e em laboratório durante duas safras consecutivas. Na etapa de campo procedeu-se a multiplicação das sementes para realização dos testes laboratoriais.

3.2 ETAPA DE CAMPO

Os ensaios foram instalados em sistema de plantio direto, em dois anos consecutivos, nas safras 2016/17 (Ensaio 1) e 2017/18 (Ensaio 2), na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV).

O município é localizado na Região Sudoeste do Paraná, com latitude de 25° 45' 00" sul e longitude 53° 03' 25" oeste. A altitude média do local é de 509 metros. Apresenta clima subtropical úmido mesotérmico, classificado como Cfa, segundo Köppen (ALVARES, 2013).

3.2.1 MATERIAL VEGETAL E CONDUÇÃO DO ENSAIO

Os genótipos testados foram onze, entre cultivares comerciais e linhagens, contrastantes para ciclo e teor de lignina no tegumento (Tabela 1), buscando-se, em média, dois representantes por GMR próximos. Procedeu-se a semeadura em três épocas: última semana de setembro (Época 1), última semana de outubro (Época 2), segunda quinzena de dezembro (Época 3), nas duas safras.

Tabela 1 – Características agronômicas do material experimental utilizado. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2019.

Genótipos	Região de Cultivo	Habito de Crescimento	G.M.R
P 95Y52 RR [®] (4)	RS/SC/PR*	Indeterminado	6.0
P 95Y72 RR [®] (4)	RS/SC/PR	Indeterminado	5.0
NS 4823 RR [®] (3)	PR/MS/RS/SC	Indeterminado	4.8
NS 5445 IPRO [®] (3)	RS/SC/PR	Indeterminado	6.0
NS 5959 IPRO [®] (3)	RS/SC/PR/MS/SP	Indeterminado	5.9
NS 6909 IPRO [®] (3)	RS/SC/PR/MS/SP	Indeterminado	6.3
LG 60163 IPRO [®] (5)	PR	Semi-determinado	6.3
M 6410 IPRO [®] (2)	PR/SP/MS	Indeterminado	6.4
BRS 284 (1)	SC/PR/SP/MS/GO	Indeterminado	6.3
TP	--	Determinado	--
IAC	--	Indeterminado	--

*GO: Goiás; MS: Mato Grosso do Sul; PR: Paraná; SC: Santa Catarina; SP: São Paulo.

Fonte: OBTENTORES: EMBRAPA SOJA (1); MONSOY (2); NIDEIRA (3); PIONEER (4); LG SEMENTES (5). G.M.R = Grupos de Maturidade Relativa.

Dos genótipos utilizados no ensaio, dois eram linhagens de tegumento preto, TP e IAC, convencionais; sendo esta última com alto teor de lignina no tegumento (BAHRY, 2014). Os demais genótipos eram todos cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares – RNC (MAPA, 2019).

O manejo adotado nos ensaios seguiu as recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná, com realização de adubação baseada na análise de solo, aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas com base no monitoramento de plantas daninhas, doenças e pragas, respectivamente, ao longo do ciclo das cultivares; com padronização para todas, em cada safra.

Depois de colhidas, as sementes foram trilhadas em trilhadora tratorizada, limpas, secas até umidade de 12%, quando necessário. Posteriormente, foram armazenadas em condição ambiente, junto ao Laboratório de Culturas Anuais da UTFPR-DV até serem realizadas as análises laboratoriais, aproximadamente um mês após a colheita de cada material. As datas das colheitas dos referidos materiais estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Datas das colheitas dos materiais na safra 2016/17 e 17/18. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.

Genótipos	Ensaio 1*			Ensaio 2		
	Épocas de semeadura			Épocas de semeadura		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3
P 95Y52 RR	06/02	06/03	13/04	15/02	15/03	20/04
NS 4823 RR	28/01	26/02	06/04	05/02	02/03	13/04
NS 5445 IPRO	06/02	06/03	13/04	15/02	15/03	20/04
NS 5959 IPRO	26/02	04/03	13/04	02/03	13/03	20/04
NS 6909 IPRO	26/02	14/03	13/04	02/03	21/03	20/04
LG 60163 IPRO	04/03	14/03	13/04	13/03	21/03	20/04
M 6410 IRPO	06/03	14/03	13/04	15/03	21/03	20/04
P 95Y72 RR	28/01	27/02	13/04	05/02	06/03	20/04
BRS 284	04/03	14/03	13/04	13/03	21/03	20/04
TP	14/03	28/03	13/04	21/03	05/04	20/04
IAC	28/04	28/04	28/04	05/05	05/05	05/05

*Valor aproximado com base em observação de colheita do segundo ensaio.

As variáveis climáticas durante os dois anos de condução da pesquisa a campo foram obtidas da Estação Automática Climatológica do INMET, localizada próximo do local do ensaio, na Estação Experimental do Campus (INMET, 2018). Assim, foi possível verificar o reflexo dos fatores ambientais na qualidade fisiológica das sementes geradas, a partir de diferentes genótipos, épocas de semeadura e safras (Figuras 2 e 3).

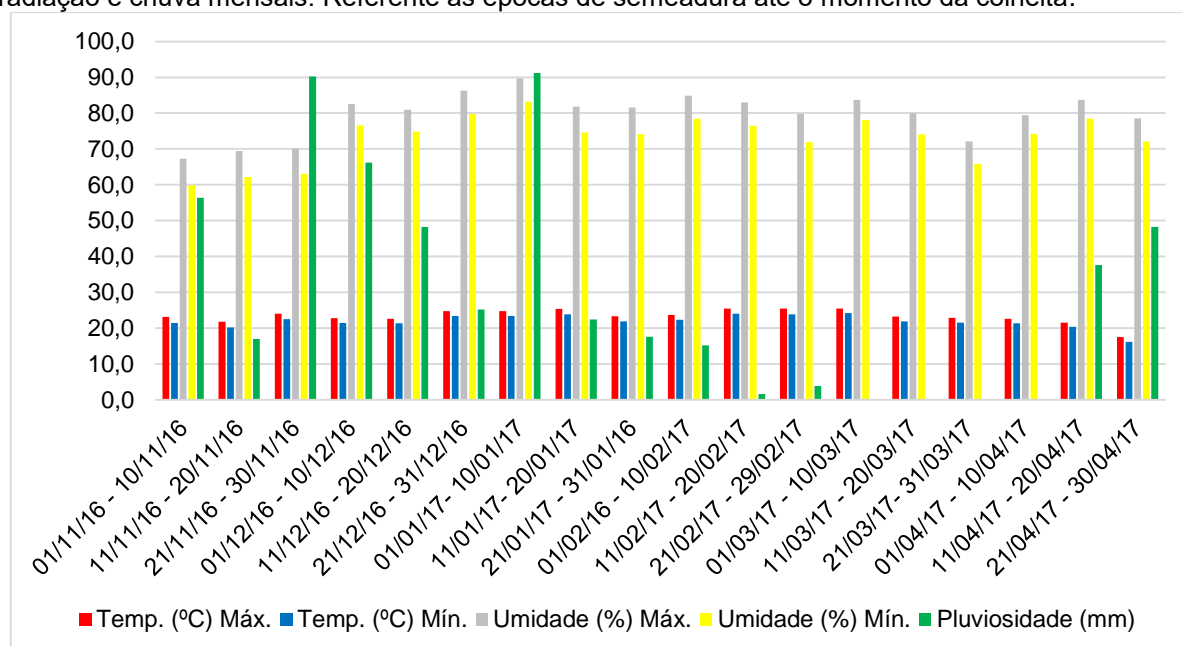
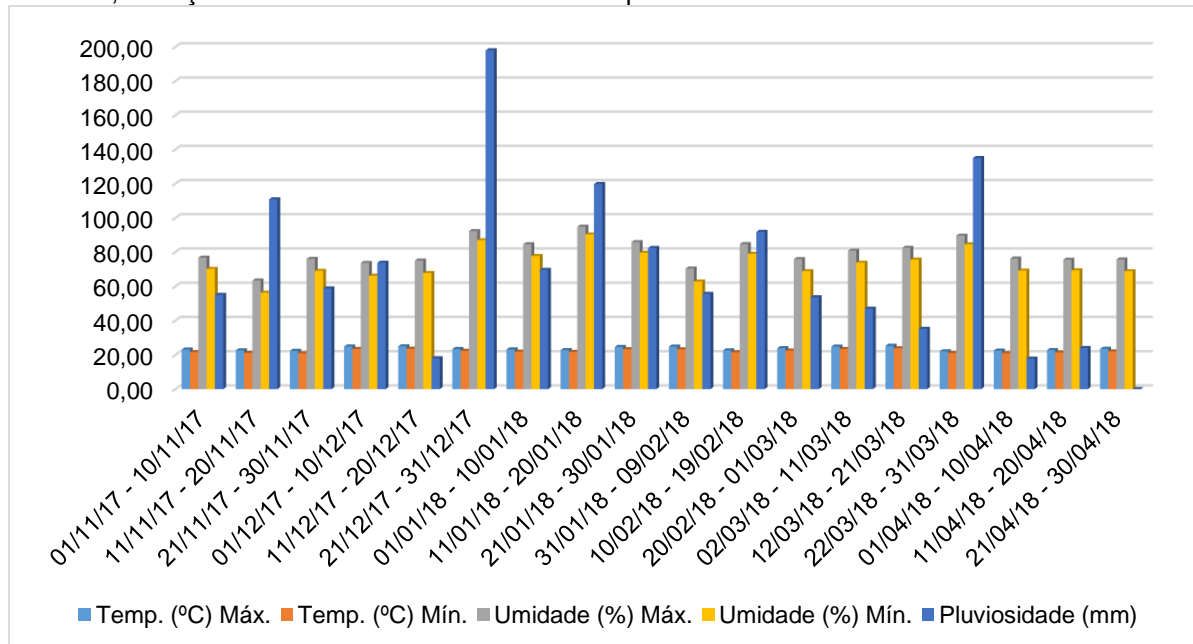
Figura 2 – Cenário climático em Dois Vizinhos/PR, da safra 2016/17, incluindo temperatura, umidade, radiação e chuva mensais. Referente às épocas de semeadura até o momento da colheita.

Figura 3 – Cenário climático em Dois Vizinhos/PR, para a safra 2017/18, incluindo temperatura, umidade, radiação e chuva mensais. Referente às épocas de semeadura até o momento da colheita.



Fonte: Adaptado, INMET, 2018.

3.3 DETERMINAÇÕES LABORATORIAIS

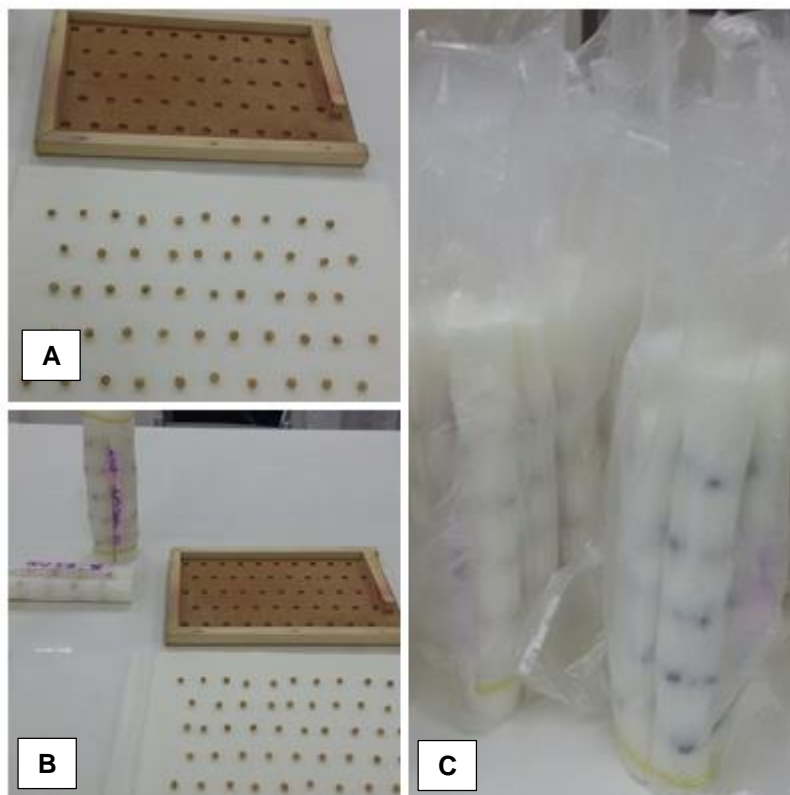
As determinações laboratoriais dos atributos de qualidade foram realizadas no Laboratório de Análises de Sementes da UTFPR-DV. As análises do teor de lignina foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas da Embrapa Soja – Londrina/PR.

3.4 VARIÁVEIS RESPOSTA DETERMINADAS EM LABORATORIO

3.4.1 Germinação de Sementes

O teste de germinação de sementes (Figura 4) foi realizado adaptando-se metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

Figura 4 – A) Montagem do teste de germinação em folha de papel germitest. B) Quatro rolos de 50 sementes para cada tratamento. C) Acondicionamento das sementes em sacos plásticos e posterior colocadas em germinador a 25°C.



Fonte: Acervo do autor.

3.4.2 Envelhecimento Acelerado

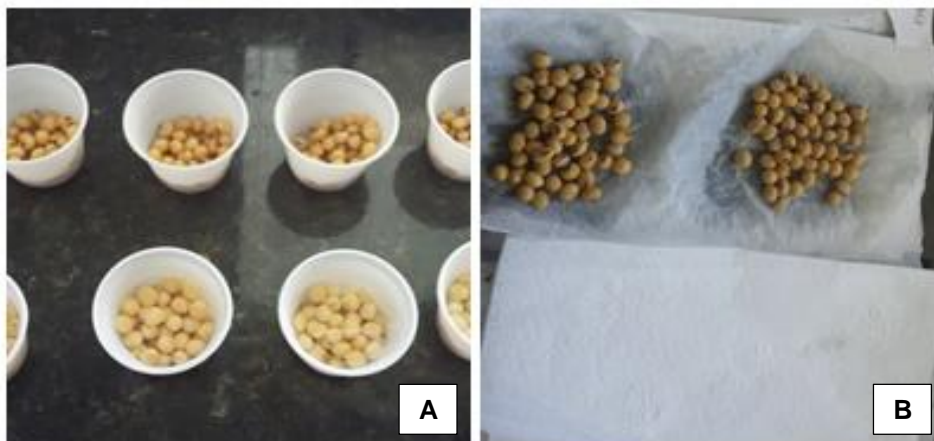
No teste do envelhecimento acelerado foram utilizadas amostras com 40 a 45 gramas de sementes, colocadas sobre uma tela adaptada em gerbox contendo 40 mL. As sementes foram levadas a B.O.D por um período de 48 horas a 41°C (KRZYZANOWSKI et al.1999). Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e avaliadas segundo a RAS (BRASIL, 2009).

3.4.3 Danos mecânicos

Esse teste foi realizado de acordo com Krzyzanowski et al. (2004), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, imersas durante 10 minutos em uma solução diluída de hipoclorito de sódio, concentração de 5%. Posteriormente,

após eliminação do excesso da solução, determinou-se o número de sementes intumescidas (danificadas) (Figura 5). Os resultados foram expressos em porcentagem média por amostra.

Figura 5 – Teste dano mecânico. A) Sementes imersas em hipoclorito de sódio. B) Determinação do número de sementes danificadas.



Fonte: Acervo do autor.

3.4.4 Teor de lignina

O teor de lignina foi determinado utilizando-se, para cada tratamento, 120 gramas de sementes. As sementes, foram imersas em água por período de 12h a 25°C, para separar os tegumentos dos cotilédones e do hilo. Após esse procedimento, os tegumentos foram levados para secagem em estufa a 105 °C por 24h. Cada tratamento foi armazenado em recipiente separado (Figura 6), para posterior análise junto ao Laboratório de Química de Sementes - Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos, da Embrapa Soja, Londrina/PR.

A matéria seca obtida foi triturada e homogeneizada. Posteriormente foram pesadas 0,3g para a etapa de extração das proteínas ligadas à parede celular. Após obter o material livre de proteínas, foi feita a quantificação da lignina pelo método de Brometo de Acetila (MOREIRA-VILAR et al. 2014); adotando-se padrões de referência, conforme a ISO 17025, bem como curvas de calibração para monitorar a equação da reta da lignina pura.

Figura 6 – Material para avaliação do teor de lignina. A) Sementes colocadas em potes, embebidas por 24 horas a 25°C. B) Separação do tegumento e da semente. C) Tegumento seco em estufa, acomodadas em recipientes de plástico para análise da lignina.



Fonte: Acervo do autor.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

3.5.1 Etapa de campo

Para os ensaios de campo, o delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com três repetições.

3.5.2 Etapa de laboratório

O material colhido e beneficiado de cada genótipo, para cada época de semeadura e safra, foi reunido, juntando-se as repetições de campo correspondentes. Logo após, este foi homogeneizado e quarteado com divisor de solos, dando origem a uma amostra composta de 1,0 Kg de sementes, utilizada para a condução dos testes.

O delineamento experimental adotado no laboratório foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, arranjado em um esquema fatorial 11 x 3 (genótipos x épocas de semeadura).

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O modelo experimental compôs um fatorial duplo, em que o fator A representou os 11 genótipos e o fator B as três épocas de semeadura; sendo as safras analisadas em separado (safra 2016/17 – Ensaio 1; safra 2017/18 – Ensaio 2).

O conjunto de dados foi tabulado e submetido ao teste de Lilliefors para verificação da homogeneidade da variância. Cumpridos os pressupostos do modelo, realizou-se a ANOVA, para verificação do nível de significância dos fatores isolados e da sua interação pelo teste T ($p < 0,05$).

Havendo efeito significativo para a interação dos fatores, estes foram desmembrados aos efeitos simples, procedendo-se a comparação de médias pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação à lignina, com base no exposto na descrição do método, este é realizado por meio de curvas de calibração, não se adotando repetições para cada tratamento. Neste caso, não se realizou análise estatística para esta variável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ENSAIO 1 - SAFRA 2016/17

A análise de variância indicou haver interação entre os fatores, genótipos e épocas de semeadura, para todas as variáveis analisadas (Tabela 3). Isso indica que houve resposta diferencial do conjunto de genótipos, quando submetidos às diferentes épocas de semeadura, quanto à qualidade das sementes geradas.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância dos testes de germinação (G), sementes duras (SD), envelhecimento acelerado (EA) e dano mecânico (DM) de onze cultivares de soja provenientes de ensaios realizados no município de Dois Vizinhos - PR, na safra 2016/2017. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2019.

FV	GL	G	SD	EA	DM
Blocos	3	4,96	0,73	0,73	2,45
Genótipos (F1)	10	454,18**	41,40**	41,40**	4,22 ^{ns}
Épocas (F2)	2	125,37**	4,21**	4,21**	131,46**
Int F1 x F2	20	53,85**	5,85**	5,85**	27,45**
Resíduo	96	15,73	0,83	0,83	5,10
CV %		4,78	136,77	5,49	48,78

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Na Tabela 4 observam-se os resultados do teste de germinação e sementes duras, nas diferentes épocas de semeadura e genótipos. Analisando os resultados das plântulas normais, observou-se diferença entre as épocas testadas.

Tabela 4 – Dados médios das variáveis germinação final G (%) e sementes duras SD (%), de um experimento com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.

Genótipos	G (%)			SD (%)		
	Épocas de semeadura			Épocas de semeadura		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
P 95Y52 RR	80 bA	83 bA	83 bA	0 bA	0 cA	0 bA
NS 4823 RR	92 aA	90 aA	92 aA	0 bA	0 cA	0 bA
NS 5445 IPRO	83 bB	89 aA	91 aA	0 bA	0 cA	0 bA
NS 5959 IPRO	80 bA	83 bA	85 aA	0 bA	0 cA	0 bA
NS 6909 IPRO	89 aA	87 aA	84 bA	0 bA	0 cA	0 bA
LG 60163 IPRO	81 bB	77 cB	90 aA	0 bA	0 cA	0 bA
M 6410 IRPO	91 aA	87 aA	90 aA	0 bA	0 cA	0 bA
P 95Y72 RR	88 aA	90 aA	87 aA	0 bA	0 cA	0 bA
BRS 284	81 bA	78 cA	78 cA	0 bA	0 cA	0 bA
TP	74 cA	69 dB	75 cA	0 bB	4 bA	0 bB
IAC	76 cA	65 dB	81 bA	10 aA	5 aB	4 aC
CV (%)	4,78			136,77		

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Segundo a Instrução Normativa 45 de 17 de Setembro de 2013, que regulamenta produção de sementes dos grandes cultivos, a germinação mínima aceitável é de 80% para as classes certificada (C1 e C2) e fora de certificação (S1 e S2) (ABRASEM, 2013). Portanto, considerando-se o normatizado e conforme os resultados obtidos, é possível inferir que, para a Época 1, somente as linhagens de tegumento preto (TP e IAC) não atingiram o mínimo aceitável. Para Época 2, LG 60163 IPRO, BRS 284, TP e IAC não atingiram também. E, na Época 3, os genótipos abaixo de 80% foram BRS 284 e TP.

Notou-se, para a Época 1, que as cultivares NS 4823 RR, P 95Y72 RR, NS 6909 IPRO, M 6410 IPRO apresentaram germinação acima de 88% (Tabela 4). Estas diferiram das demais, apresentando resultados superiores. Considerando o GMR das cultivares (Tabela 1), foi possível constatar que esta característica não influenciou na qualidade das sementes, no que se refere ao momento de colheita, visto que cultivares contrastantes para tal parâmetro apresentaram resultados semelhantes de germinação.

Estes resultados diferiram dos observados por Bahry et al. (2015). De acordo com os autores, ao avaliarem a qualidade fisiológica, e o padrão de hidratação das sementes de soja contrastantes para as características de tegumento, BMX Potência RR e CD 202 (de tegumentos amarelos) e, IAC e TP (de tegumentos pretos), verificaram que as linhagens com o tegumento preto apresentaram melhor qualidade fisiológica quando comparadas às cultivares de tegumento amarelo (BMX Potência RR e CD 202).

Pode-se supor que, o fato dos resultados das pesquisas serem distintos, deve-se à forma como as sementes foram produzidas. Os referidos autores conduziram sua pesquisa em casa de vegetação, com condições parcialmente controladas. No presente estudo, a produção das sementes se deu em condição de campo, estando estas sujeitas às variações climáticas vigentes durante o cultivo.

A Figura 7 demonstra a presença de plântulas anormais e duras, o que foi um dos fatores que resultou em baixa germinação da linhagem IAC, evidenciado também para a TP, porém em menor proporção.

Figura 7 – A) Leitura do teste de germinação da linhagem IAC, Época 1.



Fonte: Acervo do autor.

No período em que o trabalho foi conduzido, as temperaturas médias foram próximas à ideal para o crescimento e desenvolvimento das plantas de soja, em torno dos 30°C (FARIAS et al., 2007).

As condições climáticas registradas para essa safra em questão, apresentadas no Figura 2, mostraram que, no final do mês de janeiro houve aproximadamente 20 mm de chuva, e temperatura média de 25°C. Os materiais colhidos nessa época foram NS 4823 RR e P 95Y72, com G.M 4.8 e 5.0, respectivamente. O florescimento desses materiais precoces, semeados na Época 1, ocorreu mais ou menos com 40 dias, no início de novembro, período com 55 mm de chuva e temperatura de 25° C, o qual é ideal para essa fase.

No período de enchimento das sementes choveu cerca de 90 mm, sendo estes bem distribuídos ao longo de 15 dias, contribuindo para ontogenia adequada das plantas de soja. E, no início da maturação, ocorreu precipitação de 20 mm de chuva, o que é interessante para este período que exige pouca ou nenhuma presença de chuva, pois deseja-se que a semente apenas perca água para o ambiente. No período de pós-maturação, pré-colheita, quando a ocorrência de chuva não é desejada, chuvas frequentes seguidas por estiagens com altas temperaturas causam a deterioração das sementes, além de favorecer o ataque direto de pragas e doenças, devido a umidade. Pouca ou nenhuma chuva é o ideal nessa fase, para favorecer a secagem gradativa e natural das sementes (ANDRADE, BORBA, 2015).

No início do mês de março, não houve presença de chuvas, e a temperatura foi em torno de 25°C. Os materiais colhidos nessa época foram M 5445 IPRO, M 5959 IPRO e P 95Y52 RR.

No momento em que estas cultivares atingiram a maturidade, não houve a presença de chuvas. O que é interessante para a secagem natural e colheita das sementes de soja o mais breve possível. Pois neste período, mediante chuvas em excesso, as sementes perdem qualidade, comprometendo especialmente o seu vigor. De acordo com Neumaier (2017), a partir da emergência até o final do enchimento das sementes, e maturação fisiológica, a excessiva umidade do ar nos dias chuvosos diminui a demanda evaporativa da atmosfera e, com isso, diminui a absorção de água e nutrientes do solo via fluxo de massa. Ainda, segundo Costa et al. (1994), sementes

de melhor qualidade são obtidas quando o período compreendido entre a maturidade fisiológica e colheita ocorre em clima seco.

As cultivares NS 6909 IPRO, M 6410 IPRO e BRS 284 foram colhidas entre o final de fevereiro e início de março. A temperatura permaneceu nos 25° C e não houve a presença de chuva nesse momento. O florescimento foi marcado por temperatura de 25° C e 25 mm de chuva.

A linhagem TP foi colhida na metade de março, período sem chuva e temperatura de aproximadamente 25° C. A IAC, colhida no final de abril, sofreu com a ocorrência de chuva neste período, na faixa de 50 mm, e temperatura abaixo de 20° C (Figura 2), condições climáticas desfavoráveis à rápida perda de água pelas sementes para manter sua qualidade, além de acarretar em atrasos na colheita.

O atraso na colheita, muitas vezes ocasionado por períodos de chuvas, é o mesmo que armazenar as sementes no campo, expondo-as às condições adversas de clima, ataque de doenças e pragas, afetando a qualidade (ANDRADE; BORBA, 2015).

Referente à Época 2, as cultivares que se destacaram foram a NS 5445 IPRO, NS 4823 RR, NS 6909 IPRO, P 95Y72 RR, M 6410 IPRO. Estas diferiram das cultivares P 95Y52 RR, NS 5959 IPRO e das LG 60163 IPRO e BRS 284, que por sua vez obtiveram valores menores. Os resultados mais baixos de germinação, para esta época, foram verificados nas linhagens TP e IAC (Tabela 4). Segundo Santos et al. (2017), os fatores que afetam a produtividade e a qualidade da soja são divididos em fatores genéticos, aqueles que compreendem as características da planta, sua adaptação ao ambiente e sua resistência a herbicidas, pragas e doenças; e os fatores ambientais, que englobam os fatores edafoclimáticos. A escolha da época de semeadura, aliada a cultivares com alta qualidade e manejo adequado, garante o sucesso da produção das sementes.

A colheita das cultivares semeadas na Época 2 se deu entre final de fevereiro e metade de março, não se verificando significativa precipitação durante esse período (Figura 2), o que é favorável às sementes produzidas. De acordo com Meneghello (2014), os fatores que afetam diretamente a qualidade das sementes são a água (tanto falta quanto o excesso) e a temperatura (principalmente alta, mas em alguns casos a temperatura baixa também é prejudicial às sementes, principalmente

durante a fase de campo). No entanto, os níveis de água e temperatura considerados adequados são variados em cada fase de desenvolvimento da cultura. Por exemplo, no crescimento vegetativo, a umidade adequada é diferente daquela desejada na fase pós maturação fisiológica.

A Época 3 teve como destaque as cultivares NS 4823 RR, NS 5445 IPRO, NS 5959 IPRO, LG 60613 IPRO, M 6410 IPRO e P 95Y72 RR, que obtiveram os maiores valores de germinação, e diferiram das cultivares NS 6909 IPRO, P 95Y52 RR e a IAC. Sendo os valores mais baixos observados na cultivar BRS 284 e a linhagem TP (Tabela 4).

A colheita das cultivares P 95Y72 RR e NS 4823 RR se deu no início de abril, não se verificando significativa precipitação e temperatura próxima aos 22°C. A semeadura no mês de dezembro proporcionou uma qualidade fisiológica maior que as outras épocas, visto que, as temperaturas observadas foram mais favoráveis para a produção de sementes.

Na metade do mês de abril ocorreu 45 mm de chuva e temperatura de 22°C, sendo colhidos, próximos a esse período, os materiais NS 5959 IPRO, NS 5445 IPRO e P 95Y52 RR com G.M 5.9. e 6.0, e dos genótipos com G.M 6.3 e 6.4, NS 6909 IPRO, M 6410 IPRO e BRS 284. Nesse mês as temperaturas foram amenas, e a ocorrência de chuvas não influenciou no período de colheita. Segundo Farias; Nepomuceno; Neumaier (2007), a soja possui dois períodos críticos bem definidos com relação à falta de água, o período da semeadura à emergência, e durante o enchimento dos grãos/sementes. Durante a germinação, tanto o excesso como a falta de água são prejudiciais ao estabelecimento da cultura. A ocorrência de déficit hídrico durante o período de enchimento dos grãos/sementes é mais prejudicial do que durante a floração. A necessidade de água na soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após essa fase. Para a obtenção de rendimentos satisfatórios, a soja necessita entre 550 a 800 mm de água durante seu ciclo, em função das condições edafoclimáticas, do manejo da cultura e do ciclo da cultivar.

A semeadura no mês de dezembro (Época 3) apresentou maior número de cultivares com qualidade superior de sementes às demais épocas. Bornhofen et al. (2015) também constataram diferença na sensibilidade das cultivares e variações nas

épocas de semeadura quanto aos atributos qualitativos das sementes, para a região oeste de Santa Catarina, em que semeaduras em meados de dezembro foram recomendadas para a produção de sementes com qualidade superior. Essa época foi positivamente associada à germinação e vigor das sementes. Pode-se associar essa relação feita pelos autores, no presente estudo, em que, também foi constatado que época de semeadura no mês de dezembro apresentou maior porcentagem de germinação (Tabela 4), e menor porcentagem de danos mecânicos (Tabela 5).

Ainda, conforme a Tabela 4, comparando-se as cultivares dentro das épocas, as que não diferiram entre si apresentando resultados satisfatórios diante das três épocas de semeadura, foram as cultivares P 95Y52 RR, NS 5959 IPRO, NS 6909 IPRO, M 6410 IPRO, P 95Y72 RR e BRS 284.

Em relação às sementes duras, alguns genótipos apresentaram essa característica, especialmente as linhagens TP e IAC. Na Época 1 e Época 3, somente o genótipo IAC apresentou sementes duras, e na Época 2, TP e IAC (Tabela 4). Este fato pode estar relacionado com a permeabilidade do tegumento da soja. A semente de coloração preta possui um tegumento semi-permeável, que pode manifestar dormência, por não embeber a quantidade necessária de água para iniciar o processo de germinação.

No trabalho realizado por Panobianco e Vieira (1996), os autores verificaram que, cultivares de soja com maiores teores de lignina apresentaram maior dificuldade em absorção de água e, portanto, menores valores de germinação. Foi observado algo parcialmente semelhante na presente pesquisa, visto que, mesmo com a ausência de sementes duras nas linhagens testadas, a germinação foi inferior comparada às cultivares.

Estes resultados diferem dos encontrados por Mertz et al. (2009), que avaliaram a qualidade fisiológica das sementes de soja da cultivar CD 202, de tegumento amarelo, permeável e suscetível à deterioração; e a linhagem TP, de tegumento preto, semi-permeável e resistente à deterioração. De acordo com os resultados dos autores, as sementes da linhagem TP apresentaram qualidade fisiológica superior em relação à cultivar CD 202.

Em relação ao vigor das sementes, avaliado pelo envelhecimento acelerado, foi possível observar que, para a Época 1, as cultivares NS 4823 RR e P

95Y72 RR apresentaram a maior percentagem de plântulas normais diferindo-se das demais. As cultivares NS 6909 IPRO, LG 60163 IPRO, M 6410 IPRO, BRS 284, não diferiram entre si. As cultivares com resultados menores de vigor, foram a P 95Y52 RR, NS 5445 RR, NS 5959 IPRO e IAC; sendo o vigor mais baixo apresentado pela cultivar TP (Tabela 5).

Tabela 5 – Dados médios das variáveis envelhecimento acelerado EA (%) e dano mecânico DM (%) de experimento com onze cultivares e três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.

Genótipos	EA (%)			DM (%)		
	Épocas de semeadura			Épocas de semeadura		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
P 95Y52 RR	73 cB	75 bB	81 bA	13 aA	2 bB	3 bB
NS 4823 RR	88 aA	83 aA	86 bA	3 cB	3 bB	7 aA
NS 5445 IPRO	72 cC	80 aB	90 aA	7 bA	5 aB	3 bB
NS 5959 IPRO	66 cB	74 bA	78 cA	7 bA	6 aA	2 bB
NS 6909 IPRO	78 bA	80 aA	77 cA	11 aA	2 bB	1 bB
LG 60163 IPRO	78 bB	75 bB	85 bA	4 cA	5 aA	4 aA
M 6410 IRPO	81 bB	83 aB	90 aA	5 cA	5 aA	3 bA
P 95Y72 RR	84 aA	81 aA	87 aA	8 bA	6 aA	2 bB
BRS 284	77 bA	72 bA	67 eB	6 bA	5 aA	5 aA
TP	56 dB	67 cA	72 dA	6 bA	5 aA	2 bA
IAC	71 cA	62 cB	73 dA	4 cA	5 aA	4 aA
CV (%)	5,49			48,78		

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Para Época 2, mais materiais mostraram-se com maior porcentagem de plântulas normais: NS 4823 RR, NS 5445 IPRO, NS 6909 IPRO, M 6410 IPRO, P 95Y72 RR, que e diferiram das cultivares P 95Y52 RR, NS 5959 IPRO, LG 60163 IPRO e BRS 284. Os resultados mais baixos de vigor foram para a TP e IAC (Tabela 5).

As cultivares NS 4823 RR e P 95Y72 RR, que apresentaram maior vigor na Época 1, também se destacaram na Época 2, indicando boa adaptação ao ambiente de produção em questão, quanto à produção de sementes de qualidade superior.

Para a semeadura no mês de dezembro (Época 3), a porcentagem de plântulas normais foi maior nas cultivares NS 5445 IPRO, M 6410 IPRO e P 95Y72 RR, que se diferiram das cultivares NS 4823 RR, P 95Y52 RR, NS 6909 IPRO, NS 5959 IPRO e LG 60163 IPRO. As linhagens TP e IAC apresentaram menor valor,

novamente, em relação às cultivares RR e IPRO, sendo o pior resultado de vigor constatado para a cultivar convencional BRS 284 (Tabela 5). De acordo com Pédo et al. (2016), o vigor das sementes sofre variações de acordo com a época de semeadura e as condições climáticas que prevalecem durante as fases de maturação e colheita.

Segundo a Embrapa (2014), no período de maturação das sementes, as altas temperaturas e excesso de umidade podem contribuir para diminuição na qualidade destas e, quando associadas às condições de baixa umidade, predisõem aos danos mecânicos durante a colheita. Do contrário, temperaturas baixas na fase da colheita, associadas à período chuvoso, podem provocar atraso desta, além de gerar plantas com haste verde e retenção foliar.

Levando-se em conta as condições climáticas no decorrer do crescimento e desenvolvimento das plantas durante a condução dos ensaios, a época de semeadura de dezembro foi a que apresentou maior número de cultivares com germinação acima de 80%. Já para o teste de vigor, a época de semeadura de outubro gerou sementes superiores, para maior parte de cultivares; sendo esta uma informação importante, visto que o vigor assegura adequada população de plantas sobre ampla variação de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência, e possibilita o aumento na produtividade quando a densidade de plantas é menor que a requerida para a cultivar (SCHEEREN et. al., 2010).

Os danos mecânicos das sementes dos diferentes genótipos sofreram variação em função da época de semeadura da soja. Para Época 1, as cultivares que apresentaram maior porcentagem de danos foram a P95Y52 RR e a NS 6909 IPRO, que diferiram das demais. Os genótipos que tiveram menores danos mecânicos foram as cultivares NS 4823 RR, LG 60163 IPRO, M 6410 IPRO e a linhagem IAC (Tabela 5).

Na Época 2, as cultivares que apresentaram menores danos foram P95Y52 RR, NS 4823 RR e NS 6909 IPRO, diferindo em relação aos demais genótipos. Na Época 3, houve maior porcentagem de danos mecânicos nas sementes das cultivares NS 4823 RR, LG 60163 IPRO, BRS 284, bem como na linhagem IAC (Tabela 5).

Segundo Krzyzanowski, França Neto e Costa (2004), se o percentual de sementes danificadas for superior a 10%, o lote apresenta comprometimento quanto

à sua qualidade fisiológica. Neste ensaio, somente para Época 1 houve cultivares acima desse valor (NS 6909 IPRO e P 95Y52 RR). Porém, não se pode relacionar esse dano superior à qualidade inferior das sementes destas duas cultivares, visto que a BRS 284, TP e IAC também apresentaram resultados ruins de germinação, e o dano mecânico destas ficou abaixo de 10%.

A época de semeadura que mais apresentou dano mecânico nas sementes foi a de final de outubro. Fato este verificado também por Pereira, Pereira e Fraga (2000), em que a qualidade das sementes produzidas na semeadura antecipada, para a região de execução de sua pesquisa em final de outubro, foi afetada pela deterioração causada por condições adversas de umidade e por danos mecânicos. Porém, vale destacar que, no presente estudo, a semeadura de final de outubro conferiu sementes com maior vigor.

Os genótipos que não diferiram entre si nas três épocas de semeadura, quanto aos danos mecânicos, foram as cultivares LG 60163 IPRO, M 6410 IPRO, BRS 284, e as linhagens TP e IAC. De uma forma geral, a maior percentagem de dano mecânico ocorreu na Época 2, e a menor na Época 1. Segundo Peixoto et al. (2000), ao se escolher uma determinada época de semeadura, o produtor estabelece uma combinação entre fatores fenológicos da cultura e as peculiaridades dos elementos do clima na região de produção, que poderá resultar em elevado ou reduzido rendimento, para os caracteres germinação, vigor e danos mecânicos.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados de lignina encontrados no tegumento das sementes das cultivares avaliadas. De uma forma geral, independentemente da época de semeadura, os maiores valores de lignina nos tegumentos foram verificados nas linhagens de tegumento preto, TP e IAC; sendo, em média, 3 a 4 vezes superiores às cultivares de tegumentos amarelos, que pouco diferiram entre si; à exceção da cultivar LG 60163, na Época 1, com menor valor em relação às demais.

Tabela 6 – Dados médios do teor de lignina do tegumento das sementes de soja (%), de experimento com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.

Genótipos	Lignina (%)		
	Épocas de semeadura		
	Época 1	Época 2	Época 3
P 95Y52 RR	4,12	4,84	4,49
NS 4823 RR	4,75	4,85	4,85
NS 5445 IPRO	4,61	4,81	4,68
NS 5959 IPRO	4,36	4,23	4,23
NS 6909 IPRO	4,54	4,81	4,82
LG 60163 IPRO	3,77	4,57	4,16
M 6410 IRPO	4,13	4,69	4,38
P 95Y72 RR	4,28	4,43	5,07
BRS 284	4,26	4,71	4,58
TP	15,86	16,49	21,56
IAC	21,62	22,36	22,36
Média	6,94	7,34	7,74

Os dados obtidos no presente estudo, mostram que as linhagens TP e IAC apresentam maior percentagem de lignina nos tegumentos. Entretanto, foram estas mesmas linhagens que tiveram os piores resultados de qualidade fisiológica, de uma forma geral, nas três épocas de semeadura. Tal resultado é contrário ao observado por Menezes et al. (2009), que afirmaram que o maior teor de lignina está associado à maiores porcentagens de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado. Além disso os autores, verificaram correlação negativa para velocidade de germinação com relação ao teor de lignina.

Destaca-se, também, que a cultivar LG 60163 IPRO, que apresentou o teor baixo de lignina (3,77%) na Época 1, obteve resultados superiores de germinação e vigor, em comparação às linhagens. Isso também foi evidenciado por Carvalho, Oliveira e Caldeira (2014). Tais pesquisadores observaram que as sementes de cultivares de soja com maiores teores de lignina no tegumento não apresentaram, necessariamente, maior qualidade fisiológica. A cultivar Baliza RR, com teor de lignina de 0,42 g%, teor intermediário entre as cultivares estudadas por estes, apresentou maior qualidade fisiológica antes e depois do armazenamento. Sendo assim, pode-se então inferir que a qualidade das sementes também possa estar relacionada à outros fatores intrínsecos, tanto do genótipo como também do ambiente de produção.

De acordo com França Neto et al. (1999), a maior quantidade de lignina nos tegumentos de linhagens com sementes de coloração escura (12,18%), conferiu

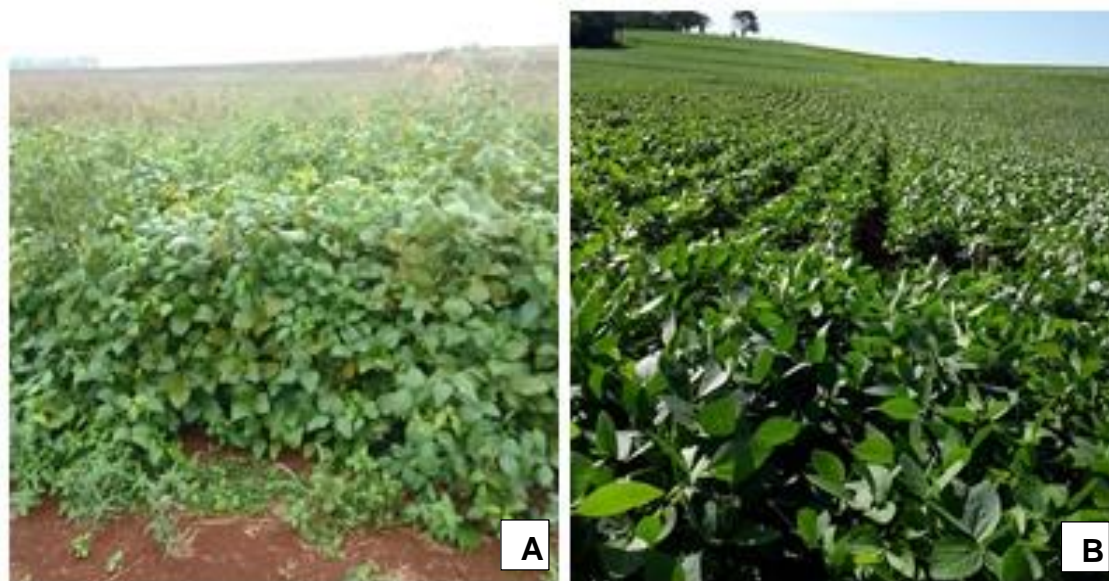
maior qualidade fisiológica em comparação às linhagens de tegumento amarelo, com menor quantidade de lignina (4,75%). Dados estes que diferem dos obtidos no presente estudo.

Sabe-se que condições climáticas interferem significativamente no crescimento e desenvolvimento da cultura da soja (BAHRY et al., 2015; MERTZ et al., 2009). Aliado a isso, cada genótipo possui sua própria genética o que, mediante essa interação. Desta forma, considerando o fato do presente trabalho ter sido conduzido a campo, pode ter gerado resultados contraditórios à outros os quais atribuíram à lignina a maior qualidade de sementes.

A linhagem IAC, possui um ciclo próximo a 180 dias, hastes longas e crescimento significativo (Figura 8A). Consequentemente, é um material que independentemente da população de plantas e época de semeadura, acaba gerando um microclima desfavorável às sementes produzidas. Portanto este fato é importante ao serem analisadas as condições climáticas ocorridas próximas à sua colheita (Figura 1). Houve ocorrência de chuva significativa na fase de maturação e temperaturas amenas aliadas ao acamamento das plantas, favorecendo à deterioração do vigor das sementes.

Já a linhagem TP, apesar de apresentar porte de planta ereto, mais compacto, semelhante às cultivares comerciais atuais (Figura 8B), possui além de um ciclo longo, maturação muito desuniforme de sementes na planta. Esta característica associada às condições climáticas adversas, pode ter comprometido a qualidade do lote de sementes como um todo e, consequentemente, minimizar um possível efeito positivo da lignina sobre o vigor.

Figura 8 – A) Arquitetura de planta da linhagem IAC. B) Arquitetura da planta da linhagem TP.



Fonte: Acervo do autor.

4.2 ENSAIO 2 - SAFRA 2017/18

A condução do trabalho no segundo ano safra, permitiu que todas as variáveis avaliadas no primeiro ano, fossem avaliadas novamente em condições climáticas diferentes. Conforme explicitado nos materiais e métodos, as duas safras não foram consideradas como fatores na análise estatística. Desta forma, a discussão entre os dois anos safra foi conduzida em separado.

Para os dados referentes a qualidade fisiológica das sementes, conforme a Tabela 7, houve interação genótipos \times épocas, significativa ($p < 0,01$; $p < 0,05$) para todos os caracteres avaliados, indicando que os genótipos são influenciados pelas épocas de semeadura. Os coeficientes de variação foram de baixa magnitude, indicando precisão experimental.

Tabela 7– Resumo da análise de dos testes de germinação (G), sementes duras (SD), envelhecimento acelerado (EA) e dano mecânico (DM), de onze cultivares de soja provenientes de ensaios realizado no município de Dois Vizinhos - PR, na safra 2017/2018. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2019.

FV	GL	G	SD	EA	DM
Blocos	3	2,94	0,35	15,39	21,12
Genótipos (F1)	10	298,82**	48,03**	230,89**	12,59**
Épocas (F2)	2	234,58**	6,09**	954,03**	33,36**
Int F1 x F2	20	126,74**	8,76**	219,26**	21,90**
Resíduo	96	14,61	1,02	15,46	4,70
CV%		4,62	148,14	5,21	52,44

**significativo a 1%, ^{ns} não significativo.

Na Tabela 8, estão os resultados do teste de germinação e sementes duras das sementes de soja nas diferentes épocas de semeadura. Assim, observou-se efeito significativo dos resultados nas diferentes épocas analisadas.

Tabela 8 – Dados médios das variáveis de germinação G (%) e sementes duras SD (%) de experimento com onze tratamentos em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.

Genótipos	G (%)			SD (%)		
	Épocas de semeadura			Épocas de semeadura		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
P 95Y52 RR	88 aA	86 aA	82 bA	0 bA	0 bA	0 cA
NS 4823 RR	89 aA	87 aA	91 aA	0 bA	0 bA	0 cA
NS 5445 IPRO	88 aA	77 bB	81 bB	0 bA	0 bA	0 cA
NS 5959 IPRO	87 aA	86 aA	89 aA	0 bA	0 bA	0 cA
NS 6909 IPRO	84 bA	87 aA	88 aA	0 bA	0 bA	0 cA
LG 60163 IPRO	78 cA	75 bA	82 bA	0 bA	0 bA	0 cA
M 6410 IRPO	83 bA	86 aA	87 aA	0 bA	0 bA	0 cA
P 95Y72 RR	91 aA	89 aA	81 bB	0 bA	0 bA	0 cA
BRS 284	82 bA	79 bA	84 bA	0 bA	0 bA	0 cA
TP	73 cB	69 cB	82 bA	0 bB	0 bB	3 bA
IAC	66 dB	67 cB	93 aA	12 aA	4 aB	4 aB
CV (%)	4,62			148,14		

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Considerando a Instrução Normativa 45 de 17 de Setembro de 2013 que regulamenta produção de sementes, os resultados obtidos, para Época 1 a cultivar LG 60163 IPRO e IAC não apresentaram desempenho satisfatório. Na Época 2, as cultivares abaixo de 80% foram NS 5445 IPRO, LG 60163 IPRO, BRS 284 e os genótipos TP e IAC. Já a Época 3, propiciou a produção de sementes com qualidade satisfatória, todas as cultivares estão com os valores acima da germinação aceitável (Tabela 8).

A semente é o alicerce da produção agrícola, pois, constitui fontes de matéria prima para a obtenção de produtos indústrias, para a alimentação humana e animal. Compreende uma estrutura frágil e complexa, que necessita de condições favoráveis para o seu desenvolvimento. A baixa qualidade das sementes de soja ocasiona, severos problemas para comercialização das mesmas (MARCOS-FILHO, 2015).

Constatou-se para Época 1, os resultados com maior porcentagem de germinação foram obtidos pelas cultivares P 95Y52 RR, NS 4823 RR, NS 5445 IPRO, NS 5959 IPRO e P 95Y72 RR, que diferiram das demais cultivares. A menor

porcentagem de germinação ocorreu na linhagem IAC (Tabela 8). Em relação aos GMR podemos inferir que não houve comportamento semelhante entre os grupos frente a germinação.

Durante a Época 1, a colheita dos materiais mais precoces com GMR 4.8 e 5.0, representados pelas cultivares NS 4823 RR e P 95Y72 RR, ocorreu no início do mês de fevereiro. O período da maturidade foi marcado com temperaturas de 23° C e com a ocorrência de 60 mm de chuva. Nesse período é necessário que as condições ambientais permitam uma rápida desidratação das sementes (DIAS, 2019). Porém, no momento da colheita houve um aumento da precipitação pluviométrica para 90 mm, o que é não favorável às sementes. O fator chuva retarda a colheita, fazendo com que os materiais permaneçam por mais tempo no campo e estejam suscetíveis as condições ambientais do tempo e clima, podendo justificar, a baixa porcentagem de germinação para alguns genótipos desta época de semeadura (Tabela 8).

As cultivares NS 5959 IPRO, NS 5445 IPRO e P 95Y52 RR foram colhidas entre metade do mês de fevereiro a início de março. O cenário climático foi de 22° C e aproximadamente 50 mm de chuva. O período de enchimento das sementes ocorreu com temperatura de 22° C e 45 mm de chuva, que é importante para esse estágio fenológico da planta. A fase de enchimento, é uma fase considerada crítica, onde as condições ambientais interferem na formação da semente.

As cultivares 6909 IPRO, M 6410 IPRO e BRS 284 (GMR 6.3, 6.4 e 6.3, respectivamente) foram colhidas entre o início e a metade do mês de março, quando constatou-se a ocorrência de temperaturas mais amenas, pouco acima de 20° C e com aproximadamente 40 mm de chuva. Segundo Dias (2019), a ocorrência de chuvas prolongadas nessa fase pode retardar a secagem natural, comprometendo a qualidade das sementes, que estarão sujeitas a deterioração no campo pela umidade, ocasionando a presença de sementes com tegumento enrugado, reduzindo assim a germinação das sementes.

No período entre a maturação do genótipo TP até o momento de colheita houve a presença de 170 mm chuva e a temperatura foi em torno dos 20° C. As condições climáticas no início da maturidade fisiológica da linhagem IAC foram de ausência de chuva e temperaturas em torno dos 23° C, sendo colhida no início de maio (Figura 3). O excesso da água no momento da colheita é prejudicial a qualidade

das sementes. Fato evidenciado no trabalho para a linhagem TP, que acarretou no atraso da colheita e dificultou a perda de água, resultando em valores baixos de germinação e vigor para esse genótipo.

Na Época 2, destacaram-se as cultivares P 95Y52 RR, NS 4823 RR, NS 5959 IPRO, NS 6909 IPRO, M 6410 IPRO, P 95Y72 RR, que diferiram das cultivares NS 5445 IPRO, LG 60163 IPRO, BRS 284. As linhagens TP e IAC, apresentaram menor porcentagem de germinação (Tabela 8).

Em relação a coloração do tegumento das sementes de soja e as condições climáticas, os dados obtidos na presente investigação, corroboram com Giurizatto e colaboradores (2003). Estes autores utilizaram cultivares de soja com coloração diferente de tegumento, sendo as cultivares Embrapa-64, Embrapa-4, BR-16, FT-Abyara e IAC-100 (com tegumento de coloração amarela) e quatro linhagens BRD-9561 (tegumento preto), BRD-9527 (tegumento marrom), BRD-9502 e BRD-9507 (tegumento amarelo), com data de semeadura em 30/11. Concluíram que sementes da linhagem BRD-9502 (tegumento amarelo) e da cultivar EMBRAPA-64 (tegumento amarelo) foram expostas a uma precipitação de aproximadamente 73 mm, próximo à colheita, e mantiveram a germinação acima de 80%, enquanto as cultivares IAC-100, BRD-9507 e EMBRAPA-4 tiveram os valores de germinação reduzidos drasticamente.

No Ensaio 2, as condições de temperatura e precipitação pluviométrica favoreceram o desenvolvimento da cultura na época de semeadura de outubro. Pois, mais genótipos apresentaram maior porcentagem de germinação. Esses dados também foram observados por Garcia et al. (2018), em que os genótipos de soja, apresentaram melhor desempenho produtivo quando semeados em início de outubro.

O cenário climático para a colheita dos genótipos nesta época, foi representado no início de março, com 50 mm de chuva e temperatura de 25° C, e mais para o final do mês houve a diminuição de chuva, apresentando cerca de. A água e temperatura, são importantes em todas as fases de uma semente, do início do desenvolvimento de uma planta, passando por todo o período de produção, até a efetiva utilização da semente. Portanto, torna-se imprescindível pesquisas sobre as implicações que os extremos de umidade e temperatura (excesso ou déficit hídrico e

temperaturas muito baixas ou altas) podem causar na qualidade das sementes (MENEHELLO, 2014).

No período do enchimento da semente até o momento da colheita, da linhagem TP, houve ausência de chuva, o que resultou em resultados inferiores nas variáveis germinação e vigor. Os autores Mundstock e Thomas (2005), explicam, a falta de água em qualquer estágio de desenvolvimento altera a quantidade de massa produzida, e afeta o balanço entre o crescimento vegetativo e reprodutivo.

A linhagem IAC foi colhida no início do mês de maio, e para esta linhagem durante a maturidade fisiológica ocorreram 50 mm de chuva, e temperaturas amenas, abaixo de 20°C (Figura 3).

A Figura 9 mostra a leitura do teste de germinação da linhagem TP, com a presença das plântulas normais, anormais, mortas e duras. A semente é um ser vivo muito sensível a temperatura e umidade, e verifica-se que os estresses ocasionados a campo refletem no desenvolvimento das suas plântulas.

Figura 9 – Leitura do teste de germinação da linhagem TP, com a presença das plântulas normais, anormais, mortas e duras.



Fonte: Acervo do autor.

Na semeadura do mês de dezembro, a maior porcentagem de germinação decorreu das cultivares NS 4823 RR, NS 5959 IPRO, NS 6909 IPRO, M 6410 IPRO, e o genótipo IAC se destacou com 93% de germinação. Essas diferiram

das demais (Tabela 8). Também para esse ensaio fica evidente que, independentemente do grupo de maturação, a qualidade de sementes foi semelhante entre alguns materiais contrastantes para essa característica de ciclo, assim, não pode-se isolar os materiais quanto ao grupo de maturação e qualidade, de forma precisa.

Os autores Mertz et al. (2009) ao avaliarem a qualidade fisiológica das sementes de soja provenientes dos genótipos TP e CD – 202, observaram que não houve diferença significativa entre os dois genótipos na avaliação do parâmetro germinação, com valores de 86% para TP e para 84% CD – 202. Entretanto, o vigor realizado pelo teste de envelhecimento acelerado do genótipo TP (82%) foi superior ao CD – 202 (52%).

Para esta época, todos os GMR e a linhagem TP foram colhidos na metade do mês e abril, que apresentou temperaturas próximas a 20° C e com a presença de aproximadamente 40 mm de pluviosidade. Somente o genótipo IAC foi colhido no início do mês de maio, e sua fase de enchimento das sementes apresentou 130 mm de pluviosidade, contribuindo para o desenvolvimento das sementes. O período da colheita apresentou pouca ou nenhuma chuva nesse período, o que também é interessante para favorecer a secagem natural das sementes (Figura 3).

Após atingir a maturidade fisiológica, as sementes ficam mais vulneráveis as fatores bióticos e abióticos, e, enquanto a colheita não se processa, a semente pode ser considerada como armazenada em campo. Se as condições climáticas forem favoráveis desde a maturação fisiológica até a época normal de colheita, os problemas de deterioração serão bastante amenizados. Entretanto, se no período de maturação, ocorreram índices elevados de precipitações pluviométricas, flutuações de umidade relativa do ar, variações da temperatura ambiental, resultarão, em perdas na qualidade fisiológica e patológica da semente produzida. O ataque de percevejos, e os danos mecânicos na colheita, contribuem significativamente para um acentuado descarte de lotes de sementes (COSTA et al., 1994). Por isso a importância dos estudos relacionados a época de semeadura, para amenizar os efeitos das condições climáticas sobre a produção de sementes.

Nesta safra a presente investigação científica, para o teste de germinação das onze cultivares avaliadas, cinco delas, sendo (P 95Y52 RR; NS 4823

RR; NS 5959 IPRO; NS 6909 IPRO; M 6410 IPRO) não apresentaram diferença estatística entre as três épocas, conforme apresentado na Tabela 8. A melhor época de semeadura para a produção de sementes desse ensaio, foi a Época 2.

Em relação as sementes duras, no contexto geral, as Época 1 e Época 2 apresentaram dados menores. As sementes duras ocorreram novamente, somente, nas cultivares com tegumento preto. Estudos realizados por Vieira et al. (1987) em sementes de soja também evidenciaram a presença de sementes duras nas cultivares com tegumento preto e menor presença de dano mecânico. Segundo eles, a presença de sementes que apresentam total ou parcial impermeabilidade à penetração de água no tegumento, tornam-se menos susceptíveis aos danos mecânicos, as adversidades climáticas, a deterioração por umidade e ao ataque de patógenos. Porém, existe a presença de sementes duras devido à impermeabilidade do tegumento.

Essas sementes com tegumento semi-permeável não são utilizadas comercialmente, pois são linhagens não melhoradas e que não apresentam as características que estão presentes nas cultivares modernas, como exemplo as cultivares com tegumento preto (MERTZ et al., 2009).

A Tabela 9, apresenta o número de porcentagem de plântulas normais pelo teste de envelhecimento acelerado das cultivares, e dano mecânico que cada cultivar apresentou.

Tabela 9 – Dados médios das variáveis envelhecimento acelerado EA (%) e dano mecânico DM (%) de um experimento com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.

Genótipos	EA (%)			DM (%)		
	Épocas de semeadura			Épocas de semeadura		
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 1	Época 2	Época 3
P 95Y52 RR	83 aA	84 aA	81 bA	3 bA	4 bA	6 aA
NS 4823 RR	84 aA	61 cB	88 aA	1 bB	6 aA	5 aA
NS 5445 IPRO	63 dB	75 bA	78 cA	7 aA	3 bB	4 aB
NS 5959 IPRO	68 cB	79 bA	81 bA	6 aA	6 aA	4 aA
NS 6909 IPRO	77 bB	77 bB	83 bA	9 aA	2 bB	4 aB
LG 60163 IPRO	74 bA	72 bA	77 cA	1 bA	4 bA	3 aA
M 6410 IRPO	79 bB	77 bB	84 bA	4 bA	3 bA	0 bB
P 95Y72 RR	60 dC	84 aA	76 cB	5 aA	4 bA	5 aA
BRS 284	80 bA	75 bB	82 bA	6 aA	8 aA	3 aB
TP	65 cB	65 cB	73 cA	7 aA	8 aA	1 bB
IAC	66 cB	60 cC	89 aA	6 aA	5 bA	2 bB
CV (%)	5,21			52,44		

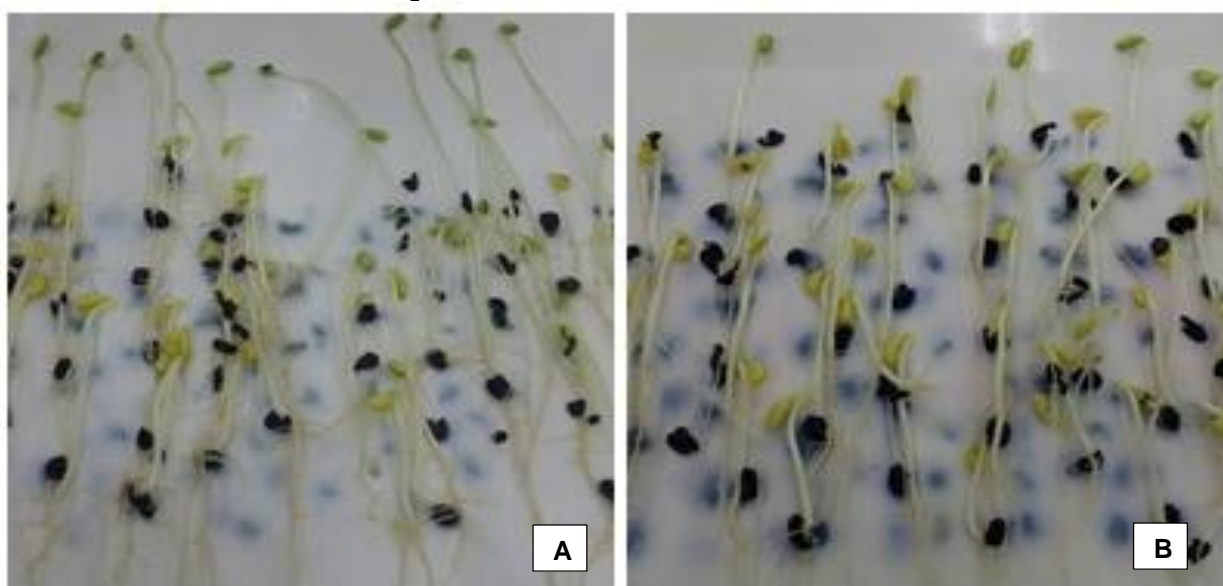
*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha para envelhecimento acelerado e dano mecânico, diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

No teste de envelhecimento acelerado para a Época 1, somente as cultivares P 95Y52 RR e NS 4823 RR apresentaram os maiores resultados, com vigor de 84% em ambas. Os resultados baixos de vigor ocorreram nos genótipos NS 5454 IPRO e P 95Y72 RR. Na Época 2, a cultivar P 95Y52 RR e P 95Y72 RR possuíram os melhores resultados e diferiram das demais. Já os genótipos NS 4823 RR, TP e IAC, apresentaram os resultados mais baixos. A Época 3, teve o maior vigor os genótipos NS 4823 RR e IAC. Diferiram-se das cultivares, NS 5445 IPRO, LG 60163 IPRO, P 95Y72 RR e TP, com os resultados de vigor mais baixos (Tabela 9).

Para o envelhecimento acelerado somente as cultivares P 95Y52 RR e LG 60163 IPRO, não apresentaram diferença estatística entre as três épocas de semeadura. Também, nenhuma das épocas diferiram estatisticamente entre si, não sendo observada uma melhor época de semeadura para o vigor das sementes de soja.

Observando os resultados da Época 3, quanto aos caracteres germinação e vigor, a linhagem com tegumento preto IAC, apresentou 93% de germinação, sendo a maior porcentagem de germinação dentro desta época, e 89% em envelhecimento acelerado (Figura 10). A cultivar TP também, apresentou 82% de germinação.

Figura 10 – A) Plântulas do teste de germinação da linhagem IAC. B) Plântulas do teste de envelhecimento acelerado da linhagem IAC.



Fonte: Acervo do autor.

Os resultados verificados corroboram com os observados por Santos et al. (2007). Segundo os autores, das três cultivares testadas, com coloração de tegumento amarelo e preto, observou-se que a cultivar com a coloração preta, apresentou maior percentagem de germinação. O mesmo resultado, no entanto, não foi confirmado para as outras cultivares com tegumento amarelo. Contudo, a porcentagem média de germinação superior em sementes de tegumento preto, este resultado foi provavelmente devido a uma maior quantidade de lignina no tegumento, que também, conferiu melhor qualidade às sementes (BAHRY et al., 2017).

Menon et al. (1993), ao realizarem um estudo em diferentes locais, observaram que a qualidade da semente variou de acordo com o local, sendo que as produzidas em altitudes superiores e temperaturas amenas apresentaram melhor qualidade do que as produzidas em altitudes menores e com temperatura e umidade elevadas.

Foi observado dano mecânico pelo teste de hipoclorito variando em 0 a 9%. Conforme Krzyzanowski, França Neto e Costa (2004), quando o percentual for superior a 10%, estas estão muito danificadas, comprometendo a sua qualidade fisiológica. Neste ensaio não foram verificados valores acima de 10%, o que é importante para qualidade fisiológica das sementes de soja. Todavia, não se pode correlacionar baixa porcentagem dos danos mecânicos à alta germinação, pois as linhagens TP e IAC, não diferiram das demais para o dano mecânico, porém apresentaram baixa germinação.

Para o efeito de cultivares, à Época 2 obteve menor quantidade de danos (Tabela 9). A lignificação do tegumento é uma característica importante, pois confere resistência mecânica ao tecido e protege a parede celulósica do ataque de microorganismos. Para Alvarez et. al. (1997), há relação direta entre a resistência aos danos mecânicos e o teor de lignina no tegumento das sementes de soja, determinando comportamento diferencial entre as cultivares.

Os programas de melhoramento de soja buscam selecionar genótipos de soja com alto teor de lignina em seu revestimento, uma vez que esta característica pode conferir resistência aos danos mecânicos em relação aos cultivares com tegumento impermeável (ALVAREZ et al., 1997).

Portanto a presente investigação científica permite inferir que as condições climáticas da região atendem às exigências para o desenvolvimento da cultura da soja. Assim, regiões localizadas no terceiro planalto paranaense e com relevo constituído por altitudes médias de 500 metros, podem servir para a produção de sementes de soja. Entretanto França Neto et al. (2010), afirmam que para a produção de sementes de soja de alta qualidade fisiológica, a maturação da semente deverá se dar em épocas com temperaturas amenas e baixos índices pluviométricos. Segundo estes autores no estado do Paraná, podem ser conseguidas estas condições, adequando-se o ciclo das cultivares às épocas de semeadura dentro das diferentes regiões de cultivo.

A época de semeadura é um dos fatores que mais influenciam o rendimento da cultura da soja, ou seja, é ela quem determina a exposição da cultura à variação dos fatores climáticos limitantes. Assim, semeaduras em épocas inadequadas podem afetar o porte, o ciclo e o rendimento das plantas e perdas na colheita (BRASIL, 2018).

As condições climáticas influenciam e interferem drasticamente no desempenho e desenvolvimento das sementes de soja. Para a safra 2017/18 o fator de maior impacto no aumento de produção foi a produtividade de 3.382 kg/ha, pois o ótimo clima nos principais estados produtores em todos os estágios da lavoura contribuiu para que a produção chegasse a este valor. O Paraná, segundo maior produtor e responsável por 18,3% do total nacional, estima produzir 19,7 milhões de toneladas, redução de 0,5%, apesar do crescimento de 5,5% na área a ser plantada (CONAB, 2018).

Contudo, a colheita da soja neste início de ano (2019), demonstra grandes impactos ocasionados pelas condições climáticas de secas. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos aponta em seus levantamentos, que a safra de soja 2018/19 do Brasil tende a cair quase 4%, comparados com o recorde da safra anterior, refletindo o tempo adverso de dezembro e janeiro. O Brasil deve colher no ano em questão, 114,6 milhões de toneladas de soja, após históricos 119,3 milhões em 2017/18 USDA (2019). A estiagem e o forte calor a partir de dezembro afetaram a soja em plena fase de enchimento de grãos.

Na Tabela 10, são apresentados os resultados dos teores médios de

lignina encontrados no tegumento das sementes estudadas no segundo ano de cultivo.

Tabela 10 – Dados médios do teor de lignina do tegumento das sementes de soja (%), de ensaio com onze cultivares em três distintas épocas de semeadura. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019.

Genótipos	Lignina (%)		
	Épocas de semeadura		
	Época 1	Época 2	Época 3
P 95Y52 RR	4,46	4,65	4,63
NS 4823 RR	4,46	5,05	4,61
NS 5445 IPRO	4,55	4,69	4,66
NS 5959 IPRO	4,1	4,49	4,22
NS 6909 IPRO	4,47	4,71	4,5
LG 60163 IPRO	3,86	4,7	4,7
M 6410 IRPO	4,05	4,6	4,13
P 95Y72 RR	4,21	4,37	4,62
BRS 284	4,31	5,36	4,44
TP	16,34	21,57	16,32
IAC	19,94	13,27	20,46
Média	6,79	7,04	7,03

Analisando-se os dados do teor de lignina encontrados no tegumento das sementes de soja para todas as épocas de semeadura as linhagens TP e IAC apresentaram os maiores teores de lignina.

Sendo, que na Época 1 a cultivar LG 60613 IPRO obteve menor resultado. Os valores intermediários foram entre 4,1 a 4,47%. Na Época 2, depois das linhagens com tegumento preto, os maiores valores foram de 5,05% para a cultivar NS 4823 RR e 5,36% BRS 284. As demais cultivares apresentaram valores entre 4,37 a 4,71% do teor de lignina. Na Época 3 as demais cultivares compreenderam resultados de 4,13 a 4,7% do teor de lignina.

Esses dados corroboram com os dados apresentados por Bahry (2014), em que, para o constituinte lignina observou-se que o genótipo IAC apresentou a maior concentração, com 8,26% de lignina nos tegumentos, seguido de TP, com 4,99%. A menor concentração de lignina foi verificada nos tegumentos da cultivar CD 202, com apenas 1,77%. Intermediário aos demais, BMX Potência RR, com 3,33% de lignina.

Referente a coloração do tegumento de soja, para o teor de lignina os dados corroboram com França Neto et al. (1999). Os autores observaram maior conteúdo percentual de lignina nos tegumentos de linhagens com sementes de

coloração escura (12,18%), ao contrário das linhagens de tegumento amarelo que apresentaram 4,75%, conferindo uma maior qualidade nas sementes com maior conteúdo de lignina.

No entanto, correlacionando esses dados do teor de lignina com a qualidade fisiológica das sementes de soja, Carvalho e colaboradores (2014) corroboram com os dados da presente pesquisa. Os pesquisadores demonstraram em seu estudo que, cultivares de soja com teores de lignina de 3 a 5% no tegumento das sementes, encontraram resultados de vigor independentes do teor de lignina presente no tegumento das sementes, onde sementes de cultivares com maiores teores de lignina no tegumento não apresentaram necessariamente melhor qualidade fisiológica.

Todavia, diferente do primeiro ano safra, no segundo ano podemos relacionar para uma linhagem o teor de lignina com a qualidade fisiológica das sementes de soja. A linhagem IAC apresentou 20,46% de teor de lignina na Época 3, apresentou 93% de germinação e 89% de vigor. E em relação aos danos mecânicos, obteve 2%. Podemos inferir assim, a relação do alto teor de lignina presente no tegumento das sementes, ocasiona baixa porcentagem de dano mecânico, e conseqüentemente, em uma maior porcentagem de germinação e vigor.

Esses dados também foram evidenciados por Santos et al. (2007). Os autores avaliaram a qualidade fisiológica e a composição química das sementes em cultivares de soja Embrapa 48, BRS 156 e BRS 133, quando ocorre a expressão da cor marrom no tegumento. Concluíram os autores que a expressão da cor marrom no tegumento das sementes, em uma mesma cultivar de soja afeta positivamente a qualidade fisiológica, devido a menor velocidade de embebição e à sua composição química pela maior concentração de lignina e proteína.

Diante desses resultados controversos, é que faz-se necessário pesquisas constantes, a fim de sanar as dúvidas e corroborar resultados. Sabe-se que a lignina é um composto fenólico importante contra os danos mecânicos e patógenos. Portanto, sua relação com a qualidade das sementes de soja deve ser aprofundada.

5 CONCLUSÕES

Diante das condições climáticas ocorridas nos dois anos safra em que se conduziu o presente trabalho, pode-se concluir que as melhores épocas para semeadura de soja, visando produzir sementes de elevada qualidade concentra-se mais no mês de outubro, apresentando contudo ligeiras diferenças entre os genótipos testados.

Maiores teores de lignina nos tegumentos parecem estar associados à maior ocorrência de sementes duras. Contudo, a quantidade de lignina não mostrou ter relação com maiores índices de germinação ou de vigor nas sementes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, tem-se disponível no mercado grande número de cultivares de soja, com diferentes grupos de maturação; exigindo-se, por parte da pesquisa, a realização de estudos regionalizados, para definir os materiais mais adaptados à cada região.

Assim, foi possível observar pela condução do presente trabalho, que a dinâmica dos fatores ambientais durante o desenvolvimento da cultura exerce considerável efeito sobre a qualidade das sementes de soja. Desta maneira, ficou claro a necessidade de se posicionar as cultivares mais promissoras em função da época de semeadura, quando busca-se excelência na produção das sementes.

Por fim, não é demasiado ressaltar que, além de ser observada a melhor época de semeadura para cada cultivar ou grupo de maturação semelhantes, é importante a utilização de outras tecnologias. Técnicas exaustivamente testadas e recomendadas, tais como tratamento de sementes, corretos manejos de fertilidade e sanitários, bem como evitar danos mecânicos durante as operações de colheita e pós-colheita, obviamente garantem a produção de sementes com alta qualidade fisiológica.

REFERÊNCIAS

ABRASEM, Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Instrução Normativa nº 45**, de 17 de setembro de 2013.

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Portaria Nº 189 - Adapar - Estado do Paraná. 2016.** Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2016/189_16.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2019.

ALBRECHT, Leandro Paiola; BRACCINI, Alessandro de Lucca; SCAPIM, Carlos Alberto; AGUIAR, Celso Gonçalves de; ÁVILA, Marizangela Rizzatti; STÜLP STÜLP, Marcibela. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 445-454, 2009.

ALENCAR, Ernandes R.; FARONI, Lêda. R. D.; LACERDA FILHO, Adilho F.; PETERNELLI, Luiz A.; COSTA, André R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13(5): 606-613, 2009.

ALLIPRANDINI, Luís Fernando; ABATTI, Claudiomir; BERTAGNOLLI, Paulo Fernando; CAVASSIM, José Elzevir; GABE, Howard Lewis; KUREK, Andreomar; MATSUMOTO, Marcos Norio; OLIVEIRA, Marco Antonio Rott de; PITOL, Carlos; PRADO, Luís Cláudio; STECKLING, Cleiton. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification and stability. **Crop Science**, Madison, v.49, p.801-808, 2009.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; MORAES, José Leonardo Gonçalves de; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p. 711-728, 2013.

ALVAREZ, P.J.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MANDARINO, J. M.; França-Neto, J.B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v.25, n.2, p.209- 214, 1997.

ANDRADE, Estela Reis de. **Caracterização e comparação da linhagem de soja unib 1125 de tegumento preto com genótipos comerciais**. 2012. p. 51. (Monografia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília, 2012.

ANDRADE, Ramiro Vilela; BORBA, Cleverson Silveira. **Fatores que afetam a qualidade das sementes**. Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57373/1/Circ-19-Fatores-afetam.pdf>> Acesso em: 11 mar. 2019.

BAGATELLI, José Ricardo. **Desempenho produtivo da soja originada de lotes de sementes com diferentes níveis de vigor**. 2015. 34f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

BAHRY, Carlos André. **Expressão relativa de genes, caracterização química e estrutural de tegumentos e desempenho de sementes de soja com características contrastantes**. 2014. p. 132. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

BAHRY, Carlos André. ACUNHA, Tanize dos Santos; FERNANDO, Juliana Aparecida; CHAVES, Fabio Clasen; NARDINO, Maicon; ZIMMER, Paulo Dijalma. Chemical composition and structural characterization of contrasting colors of soybean seed coats. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, 2015.

BAHRY, Carlos André; PERBONI, Anelise Tessari; NARDINO, Maicon; ZIMMER, Paulo Dejalma. Physiological quality and imbibitions of soybean seeds with contrasting coats. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 125-133, jan-mar, 2017.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 2^a. ed, 1994. 445p.

BEXAIRA, K.P.; STRECK, N.A.; ZANON, A.J.; ROCHA, T.S.M. da; RICHTER, G.L., SILVA, M.R. da; TAGLIAPIETRA, E.L.; WEBER, P.S.; DUARTE JUNIOR, A.J.; CERA, J.C.; RIBAS, G.G.; UHRY JUNIOR, D.F.; MEUS, L.D.; ALVES, A.F.; BALEST, D. **Grupo de maturidade relativa: Variação no ciclo de desenvolvimento da soja em função da época de semeadura**. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Soja. Goiânia – GO, Brasil. 2018.

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

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio - brasil 2016/17 a 2026/27**. Brasília, 2018.

BOTELHO, Frederico José Evangelista. **Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina obtidas de plantas submetidas à dessecação**. Tese Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia. Larvas – MG, 2012.

BORNHOFEN, Elesandro; BENIN, Giovani; GALVAN, Danielle; FLORES, Mariana Faber. Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 46-55, jan./mar. 2015.

CANTARELLI, Leandro Damero; SCHUCH, Luis Osmar Braga; TAVARES, Lizandro Ciciliano; RUFINO, Cassyo de Araújo. Variability of soybean plants originated from seeds with different physiological quality levels. **Acta Agron.**, Volumen 64, Número 3, p. 234 - 238, 2015.

CARVALHO, Everson R.; OLIVEIRA, João A.; PINHO, Édila V. R. V.; NETO, Jaime Costa. Enzyme activity in soybean seeds produced under foliar application of manganese. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 4, p. 317-327, jul./ago. 2014.

CARVALHO, Nelson Moreira de; NAKAGAWA, João. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos – Quarto levantamento**. Conab, Brasília, janeiro de 2017. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/noticias/safra-de-graos-podera-atingir-227-9-milhoes-de-toneladas-em-2017-2018/AcompanhamentodaSafraBrasileiradeGros4Levantamento20172018.pdf>> Acesso em: 02 jan. 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos – Nono Levantamento**. Conab, Brasília, julho de 2018. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2018.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos – Quarto levantamento**. Conab, Brasília, janeiro de 2019. Disponível em: <<file:///C:/Users/MAIKELY/Downloads/BoletimZGraosZjaneiroZ2019.pdf>> Acesso em: 01 jan. 2019.

COSTA, Nilton P.; PEREIRA, Luiz A. G.; FRANÇA-NETO, José de B.; HENNING, Ademir A.; KRZYZANOWSKI, Francisco C. Zoneamento ecológico do estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 16, n. 1, p. 12-19, 1994.

DANTAS, Ísis B.; OLIVEIRA, João A.; SANTOS, Heloisa O. dos; PINHO, ÉDILA V. R. V.; ROSA, Sttela D. V. F. da. Influence of lignin content in soybean seed coat on the incidence of the storage fungus *Aspergillus flavus*. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 34, nº 4 p. 541 - 548, 2012.

DAVIS, K. F.; GEPHART, J. A.; EMERY, K. A.; LEACH, A. M.; GALLOWAY, J. N.; D'ODORICO, P. Meeting future food demand with current agricultural resources. **Global Environmental Change**, Vol. 39, July 2016, Pages 125-132.

DELOUCHE, J.C. **Seed maturation**. In: HANDBOOK of seed technology. Mississippi: Mississippi State University, 2002.

DIAS, Denise Cunha. Maturação de Sementes. **SEED NEWS**, 2019. Disponível em <<https://seednews.com.br/edicoes/artigo/2179-maturacao-de-sementes-edicao-novembro-2001>> Acesso em: 19 mar. 2019.

ELIAS, S. G.; COPELAND, L. O. Physiological and Harvest Maturity of Canola in Relation to Seed Quality. **Agronomy Journal**, 93, 2001. p. 1054-1058. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/pdfs/93/5/1054>> Acesso em 22 mar. 2018.

ELIAS, S. G.; COPELAND, L.O.; Mc DONALD, M. D.; BAALBAKI, R. Z. **Seed testing: principles & practices**. Michigan: Michigan State University. 2012. 354p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **BRS – 284**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/389/soja---brs-284>> Acesso em 25 jun. 2018.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>> Acesso em: 16 jan. 2019.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Londrina: **Embrapa Soja**, 2007. 9 p. (Circular técnica, n. 48).

FRANÇA-NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; WEST, S. H.; HENNING, Ademir Assis; COSTA, N. P. **Determinação do conteúdo de lignina nos tegumentos de sementes de soja com tegumento preto e amarelo**. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. 1999. Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja 247p. 1999.

FRANÇA-NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; HENNING, Ademir Assis. **A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade**. Informativo Abrates, Londrina, v. 20, n. 1-2, p. 37-38, 2010.

FRANÇA-NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; HENNING, Ademir Assis; PÁDUA, Gilda Pizzolante de; LORINI, Irineu; HENNING, Fernando Augusto. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: **Embrapa Soja**, 2016.

GARCIA, Antonio. **Umidade e Temperatura do Solo**. Embrapa, 2018. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000fxdaw3oc02wyiv80soht9hbe6amyb.html>> Acesso em: 20 dez. 2018.

GIURIZATTO, M. I. K.; SOUZA, L. C. F.; ROBAINA, A. D.; GONÇALVES, M. C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.4, p.771-779, 2003.

GRIS, Cristiane Fortes; PINHO, Edila Vilela de Resende Von; ANDRADE, Thais; BALDONI, Alexana; CARVALHO, Maria Laene de Moreira. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Revista Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 374-381, mar./abr., 2010.

HULT, Caroline; MERTZ-HENNING, Liliane Marcia; LOPES, Sidnei Jose; TABALDI, Luciane Almeri, Rossato, Liana Veronica; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; HENNING, Fernando Augusto. Susceptibility to weathering damage and oxidative stress on soybean seeds with different lignin contents in the seed coat. **Journal of Seed Science**, v.38, n.4, p.296-304, 2016.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações e dados**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=avisoMeteorologico2/listarAvisos&offset=0>> Acesso em 19 de nov. 2018.

KRZYZANOWSKI, Francisco, C.; FRANÇA NETO, José, de B.; VIEIRA R. D. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **Abrates**, v.1, c.2, ítem 3, 1999.

KRZYZANOWSKI, Francisco C.; FRANÇA NETO, José B.; COSTA, Nilton P. Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja. Londrina: **Embrapa Soja** (Circular Técnica, 37) 2004.

KUSS, Rejane Cristina Roppa et al. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1133-1137, 2008.

LIYAMA K, Bach-Tuyet TL, Stone BA. Covalent Cross-Links in the Cell Wall. **Plant Physiology**, 104:315-320.1994.

MARCOS-FILHO, Júlio. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986.

MARCOS-FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed., Londrina: ABRATES, 2015.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares – RCN**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares-2013-rnc-1>> Acesso em: 20 jan. 2019.

MENEZES, Mariney de; PINHO, Édila V. R. V.; JOSÉ, Solange C. B. R.; BALDONI, Alexana; MENDES, Flávia M. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.44, n.12, p.1716-1723, dez. 2009.

MENEGHELLO, Géri Eduardo. Qualidade de Sementes: Umidade e Temperatura. **Revista SEEDNews**, nov/dez, 2014.

MENEZES, M.; VON PINHO, E.V.R.; JOSÉ, S.C.B.R.; BALDONI, A.; MENDES, F.F. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1716-1723, 2009.

MENON, J.C.M.; BARROS, A. C. S. A.; MELLO, V. D. C.; ZONTA, E. P. Avaliação da qualidade física e fisiológica da semente de soja produzida no Estado do Paraná, na safra 1989/90. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.203-208, 1993.

MERTZ, Liliane Marcia; HENNING, Fernando Augusto; Helen Lúcia da; CRUZ, Geri; MENEGHELLO, Eduardo; FERRARI, Cibele Dos Santos; ZIMMER, Paulo Dejalma. Diferenças estruturais entre tegumentos de sementes de soja com permeabilidade contrastante. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 1, p.023-029, 2009.

MOTTA, Ivo de Sá; BRACCINI, Alessandro de Lucca e; SCAPIM, Carlos Alberto; INOUE, Miriam Hiroko; ÁVILA, Marizangela Rizzatti; BRACCINI, Maria do Carmo Lana. **Época de semeadura em cinco cultivares de soja. Efeito na qualidade fisiológica das sementes.** Maringá, v. 24, n. 5, p. 1281-1286, 2002.

MONSOY. **A importância do posicionamento de cultivares de soja para o sucesso da cultura.** Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/site/wp-content/uploads/2016/08/job_02_97_informativos_tecnicos4_ano4_n9_ok_atualizado_ok.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2018.

MOREIRA-VILAR, F. C.; SIQUEIRA-SOARES, R. de C.; FINGER-TEIXEIRA, A.; OLIVEIRA, D. M.; FERRO, A. P.; ROCHA, G. J.; FERRARESE, M. L. L.; SANTOS, W. D.; FERRARESE-FILHO, O. The Acetyl Bromide Method Is Faster, Simpler and Presents Best Recovery of Lignin in Different Herbaceous Tissues than Klason and Thioglycolic Acid Methods, **Plos One**, v. 9, n. 10, p. 1-7, 2014.

MONSANTO. **Sementes.** Disponível em: <<http://www.monsantoglobal.com/global/br/produtos/Pages/sementes.aspx>> Acesso em: 25 jun. 2018.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: **Evangraf**, 2005.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R; OYA, T. **Estádios de desenvolvimento da cultura da soja.** (2017). Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/estudios.neumaier_000g4yai9ub02wx5ok0dkla0sd076il2.pdf> Acesso em: 15 fev. 2019.

NIDERA, **Sementes. Produtos.** Disponível em: <<http://www.niderasementes.com.br/produtos.aspx?cat=23,31>> Acesso em: 25 jun. 2018.

NUNES, José, L. da S. Características da Soja (*Glycine max*). **Agrolink**, 2016. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/culturas/soja/caracteristicas.aspx>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

OLIVEIRA, Arnold Barbosa de. **Fenologia, desenvolvimento e produtividade de cultivares de soja em função de épocas de semeadura e densidades de plantas**. 2010. 90f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2010.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B. Condutividade elétrica de sementes de soja e correlação com o teor de lignina no tegumento da semente. **Ciência e Tecnologia de Sementes**. v.27, n.3, p.945-949, 1999.

PESKE, Silmar Teichert; VILLELA, Francisco Amaral; MENEGHELLO, Geri Eduardo. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. In: PESKE, Silmar Teichert; BARROS, Antonio Carlos Souza Albuquerque; SCHUCH, Luis Osmar Braga. **Produção de sementes**. 3 ed. ver. e ampl. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2012.

PEDÓ, Tiago; AISENBERG, Geison Rodrigo; AUMONDE, Tiago Zanatta; VILLELA, Francisco Amaral. Qualidade fisiológica de sementes de soja semeadas em diferentes épocas na safrinha. **Tecnol. & Ciênc. Agropec.**, João Pessoa, v.10, n.2, p.29-32, 2016.

PEREIRA, Elaine B. C.; PEREIRA, Ailton V.; FRAGA, Antônio C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p. 1653-1662, 2000.

PEIXOTO, C. P. et al. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n.1, p. 89-96, 2000.

PINAZZA, Luiz Antonio. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva da soja**. v. 2, Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.

PIONEER. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/soja/central-de-produtos/produtos/>> Acesso em: 25 jun. 2018.

POSSENTI, Jean Carlo. **Qualidade fisiológica de sementes de soja enriquecidas com molibdênio**. 2007. 51f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Rio Grande do Sul: Pelotas, 2007.

QUTOB, Dinah; MA, Fengshan; PETERSON, Carol A.; BERNARDS, Mark A.; GIJZEN, Mark. Structural and permeability properties of the soybean seed coat. Canada, **Botany** Vol. 86, 2008.

RODRIGUES, O. et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 431-437, mar. 2001.

SANTOS, Esmael Lopes dos; POLA, José Nivaldo; BARROS, Alberto Sergio do Rego; PRETE, Cássio Egídio Cavenaghi. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Rev. bras. sementes**. vol.29, n.1, pp.20-26, 2007.

SCHUCH, Luis Osmar Braga; KOLCHINSKI, Eliane Maria; FINATTO, Jonas Alex. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Rev. bras. sementes**. vol.31, n.1, pp.144-149, 2009.

SCHEEREN, Bruno Ricardo; PESKE, Silmar Teichert; SCHUCH, Luis Osmar Braga; BARROS, Antonio Carlos Albuquerque. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3 p. 035-041, 2010.

SEDIYAMA, Tuneo. Tecnologias de produção e usos da soja. In: SEDIYAMA, Tuneo; TEIXEIRA, Rita de Cássia; BARROS, Hélio Bandeira. **Origem, evolução e importância econômica**. Londrina: Mecenaz, 2009.

SHUANB, Sandra Regina Pelegrinello; BRACCINI, Alessandro de Lucca e; FRANÇA-NETO, José de Barros; SCAPIM, Carlos Alberto; MESCHÉDE, Dana Katia. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.

STÜLP Marcibela et al. Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, 2009.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Long-Term agricultural projections agricultural**. USDA Agricultural Projections to 2027. Long-Term Projections Process. Estados Unidos: USDA, 2018.

VIEIRA, R.D; ARANHA, L.R.S.; ATHAYDE, M.L.F.; BANZATTO, D.A. Produção, características agrônômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Científica**, v.15, n.1, p.127-136, 1987.

ZANON, Alencar Junior; WINCK, José Eduardo Minussi; STRECK, Nereu Augusto; ROCHA, Thiago Schmitz Marques da; CERA, Jossana Ceolin; RICHTER, Gean Leonardo; LAGO, Isabel; SANTOS, Patrícia Marques dos; MACIEL, Leandro da Rosa; GUEDES, Jerson Vanderlei Carús; MARCHESAN, Enio. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, vol.74 no.4 Campinas out./dez. 2015.

ZORATO, Maria de Fátima. O tegumento de sementes de soja e o seu impacto na qualidade. **Revista SEEDnews**, vol. 22, nº3, 2018.

ZIMMER, Paulo Dejalma. **Fundamentos da qualidade da semente**. In: PESKE, Silmar Teichert; VILLELA, Francisco Amaral; MENEGHELLO, Geri Eduardo. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 3 ed. ver. e ampl. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2012.