

MICHELANE SILVA SANTOS LIMA

**INFLUÊNCIA DO PERCENTUAL DE SEMENTES ESVERDEADAS DE SOJA NO
COMPORTAMENTO DA LONGEVIDADE COM DIFERENTES AMBIENTES DE
ARMAZENAMENTO**

Botucatu

2021

MICHELANE SILVA SANTOS LIMA

**INFLUÊNCIA DO PERCENTUAL DE SEMENTES ESVERDEADAS DE SOJA NO
COMPORTAMENTO DA LONGEVIDADE COM DIFERENTES AMBIENTES DE
ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestra em Agronomia (Agricultura).

Orientadora: Maria Márcia Pereira Sartori

Botucatu

2021

L732i

Lima, Michelane Silva Santos

Influência do percentual de sementes esverdeadas de soja no comportamento da longevidade com diferentes ambientes de armazenamento / Michelane Silva Santos Lima. -- Botucatu, 2021

63 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientadora: Maria Márcia Pereira Sartori

1. Sementes verdes. 2. Soja. 3. Modelos matemáticos. 4. Qualidade fisiológica. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DO PERCENTUAL DE SEMENTES ESVERDEADAS DE SOJA NO COMPORTAMENTO DA LONGEVIDADE COM DIFERENTES AMBIENTES DE ARMAZENAMENTO

AUTORA: MICHELANE SILVA SANTOS LIMA

ORIENTADORA: MARIA MÁRCIA PEREIRA SARTORI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Pesquisadora Dr.^a MARIA MÁRCIA PEREIRA SARTORI (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Maria Márcia Pereira Sartori".

Prof. Dr. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Edvaldo Aparecido Amaral da Silva".

Prof.^a Dr.^a ANDREIA DA SILVA MEYER (Participação Virtual)
Engenharia de Produção / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Andreia da Silva Meyer".

Botucatu, 25 de fevereiro de 2021

A Deus, pela graça concedida.
Aos meus amados pais, Antonio e
Luisa. Ao meu esposo Dieymeson.
Aos meus irmãos Mikele, Mateus,
Maxsuel e Caroline. À minha
sobrinha Alanna,

dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade concedida, por ter me sustentado com sua graça, seu amor, misericórdia e proteção para que momento ocorresse.

Aos meus queridos pais Antonio e Luisa pelo apoio incondicional, incessantes orações, amor e principalmente por me concederem força nos momentos que mais precisei.

Ao meu esposo pelo apoio, compreensão, paciência, incentivo pela busca de conhecimento, por todo amor e por ser meu porto seguro nos momentos difíceis e alegres.

Aos meus irmãos Maxsuel, Mikele, Mateus, Carol por todo carinho. Às minhas sobrinhas Alanna, Débora e Júlia por todo amor. Aos meus sogros Antonio e Valzeneide por todo cuidado comigo e por toda palavra de incentivo e força. À minha cunhada Juliana por todo companheirismo e amizade.

Aos meus amigos Brunna Rithielly, Amanda Rithieli, Gabriela, Mônica, Keyse Cris, Odila, Gislane, Ivanayara, Jania, Lilian, David Vitor, Deoclécio e Laércio pela amizade, pela vasta transferência de conhecimento, por me motivarem e me encorajarem nos momentos difíceis, por sempre se preocuparem comigo, pelas companhias e por serem a minha família em Botucatu.

À minha orientadora, Professora Doutora Maria Márcia Pereira Sartori, pela excepcional orientação, obrigada por seus ensinamentos, pela paciência e exemplo de professora e como pessoa, foi fundamental para o meu crescimento e por ter conseguido trilhar esse caminho com quietude.

À técnica do Laboratório de Sementes, Valéria Giandoni pela paciência em transferir conhecimento, ensinado e dando todo suporte necessário nas análises. Aos colegas de laboratório por transmitirem seus conhecimentos e serem sempre solícitos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante o curso. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 88882.433126/2019-01.

À FCA, bem como os funcionários da Pós-Graduação por sua solicitude em todos os momentos, e todo o corpo docente pela transferência de conhecimentos.

A todos aqueles que contribuíram de alguma para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

Entender período total que uma semente de soja é capaz de manter-se viável, ou seja, a longevidade, e como é o comportamento dessas sementes quando há a influência de sementes verdes é de extrema valia, tanto para bancos de germoplasma como produção e armazenamento de sementes, visto que sua ocorrência é bastante relatada pelos produtores de soja nacional e internacional. As equações da viabilidade utilizando a função Probit é comumente usada para predição da longevidade de sementes, entretanto, muitos estudos relataram falhas no seu uso, desse modo, o objetivo desse trabalho consistiu em avaliar as diferentes funções de ligação Probit, Logit e Cauchy-SSF, Stukel e Aranda-Ordaz, visando determinar funções que estimem com maior robustez a longevidade de sementes de soja com influência de diferentes percentuais e verificar a influências desses percentuais de sementes na qualidade fisiológica de sementes de soja. As sementes foram provenientes do município de Campo Alegre – GO na safra 2017/2018. Criou-se lotes composto de sementes amarelas com percentuais de sementes esverdeadas nas proporções de 4%, 8%, 12% e 16%, estas foram submetidas ao teste de germinação e longevidade. Para avaliação da longevidade, a cultivar 7677 RSF IPRO foi submetida ao ambiente de 35° C e 75% de UR, e a cultivar M7119 IPRO foi submetida ao ambiente de 40°C e 80%, os dados de porcentagem de protrusão foram transformados pelas funções Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel e Aranda-Ordaz, sendo os ajustes realizados por regressão linear, os quais propiciaram a determinação do P50. Para verificação da influência do percentual de sementes verdes na qualidade fisiológica foi realizado uma análise das curvas de regressão e também uma avaliação multivariada utilizando o método de agrupamento hierárquico e otimização para encontrar a similaridade dos percentuais de sementes verdes em estudo. Conclui-se que a função Cauchy – SSF foi mais robusta na determinação do P50 com influência de sementes verdes (Capítulo 1), o ambiente de 40°C e 80% UR diminuiu a longevidade das sementes de maneira significativa quando comparado ao ambiente de 35°C e 75% (Capítulo 2), o ambiente que a sementes são submetidas é determinante no comportamento de sementes verdes em lotes de sementes e os tratamentos de 8% e 12% exercem impactos semelhantes na qualidade de sementes de soja para todos os ambientes e cultivares em estudo.

Palavras-chave: Probit. P50. Germinação. Percentual. Funções.

ABSTRACT

Understanding the total period that a seed is able to remain viable, that is, longevity, and how these seeds behave when there is the influence of green seeds is extremely valuable, both for germplasm banks and for seed production and storage, since its occurrence is widely reported by national and global soy producers. The Probit function is commonly used to predict seed longevity, however, many studies have reported flaws in its use, so the objective of this work was to evaluate the different link functions Probit, Logit and Cauchy-SSF, Stukel and Aranda-Ordaz, aiming to determine functions that more robustly estimate the longevity of soybean seeds with different percentages influence and to verify the influences of these percentages of seeds in the physiological quality of soybean seeds. The seeds came from the municipality of Campo Alegre - GO in the 2017/2018 harvest. Batches composed of yellow seeds with percentages of greenish seeds in the proportions of 4%, 8%, 12% and 16% were created, these were submitted to the germination and longevity test. In order to assess longevity, the protrusion percentage data were transformed by the Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel and Aranda-Ordaz functions, with adjustments being made by linear regression, which enabled the determination of P50. To verify the influence of the percentage of green seeds on the physiological quality, an analysis of the regression curves and a multivariate evaluation were performed using the method of hierarchical grouping and optimization to find the similarity of the percentages of green seeds under study. It was concluded that the Cauchy - SSF function was more robust in determining P50 with the influence of green seeds (Chapter 1), the 40 ° C and 80% RH environment significantly decreased seed longevity when compared to the 35 ° C and 75% (Chapter 2), the environment that the seeds are submitted to is determinant in the behavior of green seeds in seed lots and the treatments of 8% and 12% have similar impacts on the quality of soybean seeds for all environments and cultivars under study.

Keywords: Probit. P50. Germination. Percentual. Functions.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	15
CAPÍTULO 1- MODELOS MATEMÁTICOS PARA A PREDIÇÃO DA LONGEVIDADE DE SEMENTES DE SOJA COM INFLUÊNCIA DE SEMENTES VERDES.....	20
1.1 INTRODUÇÃO.....	22
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
1.4 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
CAPÍTULO 2- INFLUÊNCIA DO PERCENTUAL DE SEMENTES VERDES NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS À DIFERENTES AMBIENTES.....	41
2.1 INTRODUÇÃO.....	43
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.3 RESULTADOS.....	46
2.4 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	61

INTRODUÇÃO GERAL

O sucesso de uma lavoura de soja está ligado à diversos fatores importantes, e a qualidade de sementes é um traço essencial determinado pela interação dos atributos de pureza genética, qualidade física, qualidade fisiológica e sanitária (POPINIGS, 1985), para que gerem plantas de alto vigor, propiciando germinação e emergência de plântulas de maneira rápida e uniforme, resultando na produção de plantas de alto desempenho, com potencial produtivo elevado (FRANÇA NETO, 2016).

Embora muitos esforços sejam empreendidos, a produção de sementes de alta qualidade tem enfrentado muitos desafios, dentre elas a ocorrência de sementes de soja com retenção de clorofila, comumente chamada de sementes verdes. Este fenômeno, também preocupante em outros países, afeta diretamente a qualidade da semente, na soja geralmente ocorre na fase de maturação da semente (ZORATO, 2007)

O desenvolvimento de sementes é um processo dividido em três fases: embriogênese, maturação e maturação tardia (BEWLEY et al., 2013). A embriogênese compreende a fase de desenvolvimento do embrião, representada pela histodiferenciação e divisão celular, nesta fase o corpo do embrião, órgãos e tecidos são formados. Ao final desta fase embrião e o tegumento são desenvolvidos, estruturas essenciais para o desenvolvimento da plântula (MARCOS FILHO, 2015).

A maturação é a segunda fase de desenvolvimento, nesta fase ocorre o enchimento dos grãos. A qualidade fisiológica, capacidade de germinação, aquisição da tolerância à dessecação e o vigor das sementes são adquiridos nesta fase (GUTIERREZ et al., 2007). Esta etapa é de extrema importância, pois é nesta fase que ocorre ainda o início da degradação da clorofila da semente (ZORATO, 2007), no estágio R7. Ao final desta fase, em ciclo normal, todas as sementes estão desligadas da planta mãe e a clorofila completamente degradada (LIMA et al, 2017), embora os mecanismos fisiológicos associados a esta característica ainda não tenham sido completamente esclarecidos (ZINSMEISTER et al., 2016; LEPRINCE et al., 2017), a fisiologia da semente pode ser alterada, se nesta fase, principalmente no período considerado fundamental para a degradação da clorofila, o qual transcorre na

passagem do estágio R6 para o estágio R7 (FUKUSHIMA; LANFER MARQUEZ, 2000), a planta passar por estresses ambientais, tais como secas e altas temperaturas, possivelmente a translocação de reservas ocorrerá de forma acelerada com menores taxas de fotossíntese, evitando a degradação completa da clorofila, que causa a formação de sementes verdes e de baixa qualidade (MARCOS FILHO, 2015).

O desenvolvimento da semente é finalizado com a fase de maturação tardia, caracterizada pela perda da água, máximo acúmulo de matéria seca e as clorofilas completamente degradadas. Nesta fase ocorre também o acúmulo e síntese de moléculas protetoras, tais como açúcares não redutores, proteínas de choque térmico, várias outras proteínas de estresse e um conjunto de defesas antioxidantes contra o estresse oxidativo, nesta etapa ocorre a aquisição da longevidade (MARCOS FILHO, 2015). A fase de maturação tardia em sementes de soja tem importância em manter a semente viável, e ocorre a partir estágio R8 (LIMA et al., 2017).

Como relatado anteriormente, em condições favoráveis, as plantas amadurecem e as enzimas degradam a clorofila, resultando na coloração normal da semente de soja (PÁDUA et al., 2009), entretanto, o processo de degradação da clorofila em sementes muitas vezes permanece incompleto nas etapas finais da maturação, na maioria das vezes, esse fenômeno está associado a fatores ambientais desfavoráveis, como seca e altas temperaturas, esses estresses possivelmente são responsáveis por cessar ou diminuir a atividade de enzimas como clorofilase antes da clorofila ser inteiramente degradada, resultando no pigmento verde na sementes (RANGEL, 2011), todavia, são registradas como outras fontes causadoras de sementes verdes: desuniformidade de maturação, ataques de insetos, aplicação de dessecante antes do estágio ideal, manejo inadequado de lavouras, distribuição inadequada de calcário ou de fertilizantes também pode ocasionar problemas de maturação desuniforme, o que, por sua vez, resultará na colheita de semente imatura e esverdeada mesclada com semente amarela e madura (COSTA et al., 2001; FRANÇA NETO 2005; ZORATO et al., 2007).

A retenção de clorofila exerce efeito esperado na redução da qualidade fisiológica em sementes de soja, esta ocorrência tem suscitado discussões acerca dos níveis aceitáveis, que não comprometam a sua qualidade (RANGEL, 2011). Em geral, nos trabalhos onde são reportados os efeitos significativos da retenção de clorofila na qualidade de sementes de soja, os efeitos normalmente estão associados a elevados índices de deterioração, que podem levar a redução da germinação, do vigor e da

longevidade (LUCCAS, 2018; ZORATO et al., 2007; PÁDUA et al., 2009; FRANÇA NETO et al., 2012).

A longevidade é definida como o período total que uma semente pode permanecer viável, quando armazenadas em condições ambientais favoráveis para cada espécie. A longevidade é afetada por vários fatores como a constituição química da semente, estágio de maturação, viabilidade inicial, umidade, temperatura do ar e grau de infecção por microrganismos e insetos (BEWLEY et al., 2013).

Burris (1980) verificou que a rápida deterioração da semente de soja durante o armazenamento é afetada pela umidade e temperatura. Em outro estudo, Souza et al. (2017) observou que a qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento, diminui independente das condições de temperatura. Para Roberts (1973), a temperatura, a umidade relativa do ar e a qualidade inicial influenciam a perda de vigor no armazenamento, reduzindo significativamente a longevidade.

Embora muitos estudos associem a perda viabilidade das sementes principalmente com a temperatura e umidade relativa do ar, diversos estudos mencionam que o pigmento verde na semente afeta diretamente a qualidade, reduzindo consideravelmente a capacidade de armazenamento, entretanto, os efeitos da relação da retenção de clorofila e a longevidade ainda não foram totalmente elucidadas (LIMA et al., 2017; LUCCAS, 2018; PÁDUA, 2007).

O comportamento de genótipos é outro fator que deve ser considerado em estudos de longevidade de sementes de soja, visto que parecem responder de forma diferente aos impactos ocasionados pela retenção de clorofila na qualidade de sementes. De acordo com Pereira Neto (2016), sementes de diferentes cultivares, conservadas sob as mesmas condições de temperatura e umidade, apresentam respostas distintas quanto à perda da sua viabilidade, que decorre de diversos fatores tais como: constituição genética e química, teor de água, qualidade inicial das sementes, dentre outros fatores.

Muitos produtores desconhecendo a curva de viabilidade, descartam muitos lotes de sementes que ainda possuem qualidade armazenamento, visto que a determinação da qualidade da semente, germinação e vigor na colheita e no beneficiamento não é suficiente para estimar as mudanças da qualidade, e determinar a viabilidade durante o armazenamento (ANDREOLI, 2004). Portanto, os modelos matemáticos são ferramentas indispensáveis, capazes de prever com sucesso o

tempo que uma semente pode permanecer viável, denominadas de equações da viabilidade (KEW ROYAL BOTANIC GARDENS, 2016)

As sementes ortodoxas apresentam comportamento seguindo um formato sigmoidal, com isso, os professores Ellis e Roberts (1980), desenvolveram as equações da viabilidade afim de predizer a perda da viabilidade de sementes ortodoxas durante o período de armazenamento e determinar o parâmetro P50. O P50 é definido como o tempo em que a viabilidade da semente reduz pela metade (50%), enquanto armazenada.

As equações da viabilidade é um modelo probabilístico, e tem como base a transformação dos dados da probabilidade de sobrevivência na escala Probit. Embora o uso do equacionamento em Probit seja considerado o método referência na determinação da longevidade de sementes (TEIXEIRA, 2010), diversos estudos relataram problemas no seu uso (SCHNEIDER et al., 2017; HAY et., al 2014; TANG et al., 2014).

Em um estudo realizado por Luccas (2018), apontou que quando existe a ocorrência de sementes verdes no lote, o modelo probit comumente usado para estimar a longevidade, não foi capaz de predizer a longevidade adequadamente, pois os dados não apresentaram distribuição normal. Desse modo, propõem-se testar outras funções aplicadas a essa situação. Diante disso, Santos (2018) propôs avaliações de novas funções para determinação do P50 em sementes de soja, possíveis de serem aplicadas em estudos de longevidade de sementes de soja com influência do percentual de sementes verdes, onde foram avaliadas as funções simétricas Probit, Logit e Cauchy, e as funções assimétricas Stukel e Aranda-Ordaz.

A função Probit é comumente utilizada para predição da longevidade de sementes, ela representa a distribuição normal acumulada negativa dos dados da sobrevivência durante o tempo de armazenamento (FINEY, 1962). A função Logit utiliza da distribuição acumulada logística (CORDEIRO; DEMÉTRIO, 2007), esta função é semelhante à Probit, a principal diferença é referente aos valores extremos da covariável, em que, o modelo de Logit apresenta caudas mais pesadas.

A função Cauchy-SSF proposta por Santos (2018) é resultado da modificação da função Cauchy, proposta por Bonat et al. (2012), com a modificação houve a substituição da função trigonométrica pela função hiperbólica da tangente, viabilizando assim o seu uso e tornando-a adaptável a maioria dos comportamentos

de degradação da semente. Esta função não possui origem em nenhuma distribuição de probabilidade.

A função Stukel (1988) é uma generalização da função Logit, portanto seu comportamento é o inverso da função logística e Aranda-Ordaz não apresenta nenhuma distribuição de probabilidade.

Embora existam estudos na literatura sobre a influência de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja, não são reportados estudos específicos quanto à modelos matemáticos que estimem a longevidade de sementes de soja com influência de sementes verdes, o que dificulta compreender o comportamento e estabelecimento de técnicas adequadas para estas sementes, principalmente, relacionados à conservação e armazenamento em longo prazo e em diferentes temperaturas e umidades relativas.

Diante dessa situação, foi desenvolvido este estudo para avaliar as funções Probit, Logit, Cauchy-SSF, Aranda-Ordaz e Stukel na predição da longevidade de sementes de soja com influência de sementes verdes (capítulo 1) e verificar a influência dos percentuais de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja (capítulo 2).

CAPÍTULO 1

MODELOS MATEMÁTICOS PARA A PREDIÇÃO DA LONGEVIDADE DE SEMENTES DE SOJA COM INFLUÊNCIA DE SEMENTES VERDES

RESUMO

A longevidade é definida como o período máximo de tempo em que uma semente se mantém viável durante o armazenamento. Entender o comportamento de sementes de soja, quando há a influência de sementes verdes é de extrema valia, visto que sua ocorrência é bastante relatada pelos produtores de soja nacional e internacional. As equações da viabilidade utilizando a função Probit é comumente usada para predição da longevidade de sementes, entretanto, muitos estudos relataram falhas no seu uso, o que mostra a necessidade do estudo de outras funções para esta estimativa. Desse modo, o objetivo desse trabalho consistiu em avaliar as diferentes funções de ligação Probit, Logit e Cauchy-SSF, Stukel e Aranda-Ordaz, visando determinar funções que estimem com maior robustez a longevidade de sementes de soja com influência de diferentes percentuais de sementes verdes no lote. As sementes foram provenientes do município de Campo Alegre – GO na safra 2017/2018. Criou-se lotes composto de sementes amarelas com percentuais de sementes esverdeadas nas proporções de 4%, 8%, 12% e 16%, estas foram submetidas ao teste de germinação e longevidade. Para avaliação da longevidade, os dados de porcentagem de protrusão foram transformados pelas funções Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel e Aranda-Ordaz, sendo os ajustes realizados por regressão linear, os quais propiciaram a determinação do P50. Conclui-se que a função Cauchy – SSF foi mais robusta na determinação do P50 com influência do percentual de sementes verdes, determinado mais vezes com assertividade a longevidade.

Palavras-chave: Cauchy-SSF. Funções. Soja. Ajustes.

ABSTRACT

Longevity is defined as the maximum period of time that a seed remains viable during storage. Understanding the behavior of soybean seeds, when there is the influence of green seeds, is extremely valuable, since its occurrence is widely reported by national and global soybean producers. The Probit function is commonly used to predict seed longevity, however, many studies have reported flaws in its use, which shows the need to study other functions for this estimate. Thus, the objective of this work was to evaluate the different linking functions Probit, Logit and Cauchy-SSF, Stukel and Aranda-Ordaz, aiming to determine functions that more robustly estimate the longevity of soybean seeds with different percentages of green seeds. The seeds came from the municipality of Campo Alegre - GO in the 2017/2018 harvest. Batches composed of yellow seeds with percentages of greenish seeds in the proportions of 4%, 8%, 12% and 16% were created, these were submitted to the germination and longevity test. In order to assess longevity, the protrusion percentage data were transformed by the Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel and Aranda-Ordaz functions, with adjustments being made by linear regression, which enabled the determination of P50. It was concluded that the Cauchy - SSF function was more robust in determining P50 with the influence of the percentage of green seeds, determined more often with assertiveness and longevity.

Keywords: Cauchy-SSF. Functions. Soy. Adjustments.

1.1 INTRODUÇÃO

A soja está classificada entre as culturas de maior importância econômica e social no mundo. Na safra 2019/2020 a produção de soja brasileira superou um recorde de 134. 451,1 milhões de toneladas, superando os Estados Unidos (Conab, 2020). Embora o destaque, a produção brasileira de soja tem sido afetada por um fenômeno também preocupante em outros países, a retenção de clorofila nas sementes. As consequências verificadas na produção de sementes afetadas pela retenção de clorofila é o decréscimo do vigor, da viabilidade e também a longevidade (ZORATO, 2007).

A longevidade de sementes é definida como o período total que uma semente pode permanecer viável, quando armazenadas em condições ambientais favoráveis, para cada espécie. A longevidade é afetada por vários fatores como a constituição química da semente, estágio de maturação, viabilidade inicial, umidade, temperatura do ar e grau de infecção por microrganismos e insetos (BEWLEY et al., 2013).

Embora os efeitos da relação da retenção de clorofila e a longevidade ainda não tenham sido totalmente elucidadas, estudos indicam que vestígios de pigmento verde têm sido extensivamente pontuado como outro causador da deterioração de sementes de soja (LIMA et al., 2017, LUCAS, 2018; PÁDUA, 2007), podendo assim influenciar na resposta das curvas de viabilidade dos ajustes em estudo.

O comportamento da viabilidade da semente no armazenamento segue um padrão sigmoidal (ELLIS; ROBERTS 1984), e pode ser prevista através das equações viabilidade de Ellis e Roberts (1980). Esta equação é capaz de prever o momento em que um determinado lote de semente reduz 50% de sua viabilidade (P50).

Ellis e Roberts (1972), propuseram a transformação dos dados da probabilidade de sobrevivência na escala Probit, no entanto, em um estudo realizado por Lucas (2018), apontou que quando existe a ocorrência de sementes verdes no lote, o modelo Probit comumente usado para estimar a longevidade, não foi capaz de prever a longevidade adequadamente, pois os dados não apresentaram distribuição normal. Desse modo, propõem-se testar outras funções aplicadas a essa situação. Diante disso, Santos (2018) propôs avaliações de novas funções para determinação do P50 em sementes de soja, possíveis de serem aplicadas em estudos de longevidade de sementes de soja com influência do percentual de sementes verdes,

onde foram avaliadas as funções simétricas Probit, Logit e Cauchy, e as funções assimétricas Stukel e Aranda-Ordaz.

A principal diferença entre as funções Probit, Logit, Stukel e Aranda -Ordaz, é devido às formas das curvas de distribuição que cada uma representa. Probit é representada pelo inverso da distribuição acumulada normal. A função Logit é semelhante à Probit, entretanto, é dada pelo inverso da distribuição acumulada logística (CORDEIRO; DEMÉTRIO, 2007).

A função Cauchy-SSF proposta por Santos et al. (2018) é resultado da modificação da função de Cauchy, proposta por Bonat et al. (2012), esta função não possui origem em nenhuma distribuição de probabilidade.

Stukel (1988) é uma generalização da função Logit, portanto seu comportamento é o inverso da função logística. A função Aranda-Ordaz não apresenta nenhuma distribuição de probabilidade (FREITAS, 2013).

Diversos modelos são possíveis de serem aplicados à estudos de modelagem estatísticas, desta forma, surge a preocupação de verificar o comportamento dessas funções na transformação dos dados, visando apontar a função adequada para determinação da longevidade de lotes de sementes de soja com influência do percentual de sementes com retenção de clorofila.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Produção das sementes - As sementes de soja utilizadas nesse estudo foram provenientes da região do município de Campo Alegre - GO, latitude de 17° 38' 20" Sul e longitude de 47° 46' 55" Oeste, na safra 2017/2018. Produzidas sob condições de campo, as sementes foram colhidas mecanicamente, beneficiadas e encaminhadas ao laboratório de Análises de Sementes da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu. No laboratório, as sementes foram armazenadas em câmara fria à temperatura e umidade relativa de 10 ± 5 °C e 45% respectivamente, até o início das análises desse estudo.

Amostra de trabalho - Foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes para as cultivares comerciais de soja 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO.

Lotes de Sementes Esverdeadas - As amostras de trabalho foram separadas visualmente em amostras de sementes amarelas (sementes sem traços de retenção

de clorofila) e em sementes esverdeadas, sendo considerado retenção de clorofila qualquer traço de pigmento esverdeado.

Após a separação, criou-se lotes composto de sementes amarelas com percentuais de sementes esverdeadas nas proporções de 4%, 8%, 12% e 16%.

Considerando a análise de germinação com 25 sementes por repetição, em cada tratamento (4%, 8%, 12% e 16%) continham 1, 2, 3 e 4 sementes esverdeadas por lote, as sementes amarelas em proporção a completar a repetição. A seleção foi realizada para ambas as cultivares avaliadas.

1.2.1 Análises Fisiológicas

Para a criação do banco de dados foram realizadas as seguintes análises:

Germinação - O teste foi realizado utilizando-se 4 repetições de 25 de sementes, distribuídas uniformemente em papel filtro. Esses papeis foram umedecidos com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, posteriormente foram formados rolos e submetidos em câmara de germinação com temperatura de 25 °C (BRASIL, 2009). Foram contabilizadas todas as sementes com protrusão > 2mm, avaliadas ao quinto e oitavo dia após a implantação do teste, sendo o resultado expresso em percentual.

Avaliação da Longevidade - Para a caracterização da longevidade, as sementes foram acondicionadas em caixas hermeticamente fechadas, com soluções salinas e armazenadas em câmara do tipo BOD.

Foram criados dois ambientes distintos de longevidade. O ambiente mais comum de 35°C e 75% de umidade relativa do ar (UR). Para este ambiente utilizou-se solução salina supersaturada de Cloreto de Sódio (NaCl). O segundo ambiente de 40°C e 80% de UR utilizou-se solução salina supersaturada de Cloreto de Potássio (KCl).

A fim de verificar o comportamento das funções com relação aos ambientes e as porcentagens de sementes verdes, a cultivar 7677 RSF IPRO foi submetida ao ambiente de 35°C e 75% de UR. e a M7119 IPRO foi submetida ao ambiente de 40°C e 80% de UR.

Para realização do teste de germinação, as sementes da cultivar 7677 RSF IPRO, foram retiradas inicialmente com 4 dias intervalo de tempo, e posteriormente

com 7 dias, a cultivar M7119 IPRO foram submetidas ao teste de germinação em intervalos regulares de 5 dias, para verificar a viabilidade ao longo do tempo de armazenamento, até a inviabilidade total dos lotes avaliados.

1.2.2 Metodologia Estatística

Todos os dados obtidos foram avaliados quanto a pressuposição de normalidade pelo teste de Komogorov-Smirnov antes e após a transformação dos mesmos.

Transformação para determinação do P50 - Os dados de germinação obtidos durante o estudo da longevidade para cada combinação de umidade/temperatura foram transformados pelas funções de ligação simétricas e assimétricas conforme descrito na Tabela 1 para avaliação da longevidade.

Tabela 1- Modelos e equações das Funções de ligação

Função de Ligação	Modelo	Equação
Probit	$F(x) = \Phi^{-1}$	1
Logit	$F(x) = \ln\left(\frac{x}{1-x}\right)$	2
Cauchy-SSF	$F(x) = \tanh\left(\pi\left(x - \frac{1}{2}\right)\right)$	3
Aranda-Ordaz	$F(x) = \ln\left\{\frac{(1-y)^{-\delta} - 1}{\delta}\right\}$	4
Stukel	$F(x) = h_{\delta}^{-1}\left(\ln\left(\frac{y}{1-y}\right)\right)$	5

Os dados transformados foram ajustados por regressão linear para obtenção do parâmetro P50. Os valores amostrados das funções simétricas e assimétricas, foram corrigidos de acordo com Santos (2018).

Tabela 2 - Correções para funções simétricas e assimétricas, conforme Santos (2018)

Função	Correção 1	Correção 2	δ	F_c
Probit	0,9999999	1-0,9999999713	-	0
Logit	0,9975	0,0025	-	0
Cauchy-SSF	-	-	-	-
Aranda-Ordaz	0,95	0,05	0,95	0,01926
Stukel	0,95	0,05	1,45	0

Correção 1 e 2: Limitação de área da função.

δ : Parâmetro extra.

F_c : Diferença do eixo de simetria.

Estimação do P50 - Após as correções descritas anteriormente, o valor de P50 foi obtido a partir do ajuste dos modelos apresentados na Tabela 1, sendo calculados pelo método dos mínimos quadrados (OLS), como proposto por Ellis e Roberts (1980) na eq. 6.

$$V = K_i - p\left(\frac{1}{\sigma}\right) \quad \text{Eq.6}$$

Em que:

V é a viabilidade percentual na escala utilizada para funções simétricas;

p é o período de armazenamento em dias;

K_i representa o valor das funções aplicadas da viabilidade inicial ou coeficiente linear; e $(1/\sigma)$ é a inclinação da curva de sobrevivência transformada, sendo σ o desvio padrão da frequência de distribuição das sementes mortas durante o período de armazenamento.

Para a determinação do P_{50} para as funções assimétricas Aranda-Ordaz e Stukel, foi aplicado o fator de correção de assimetria quando avaliado o ponto de 50% (Tabela 2), e determinado a equação da viabilidade conforme Santos (2018).

$$v_{Fa} = p\left(\frac{K_i - F_c}{\sigma}\right) \quad \text{Eq. 7}$$

Em que:

v_{Fa} representa a viabilidade na função assimétrica selecionada;

p é o período de armazenamento em dias;

K_i corresponde ao valor de viabilidade inicial transformada na função selecionada; e

F_c representa ao fator de correção por função.

Intervalo de Interesse (II) - É o intervalo em dias, obtido na formação do banco de dados experimentais, onde se encontra o percentual de 50% de viabilidade em cada lote e condição imposta (4%, 8%, 12% e 16% de sementes esverdeadas).

Avaliação dos modelos - Para a escolha do modelo de viabilidade mais robusto, utilizou-se como o coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$), a análise do comportamento dos resíduos e a proximidade dos valores de P50 calculado em relação ao intervalo de interesse esperado (dados reais).

Todas as análises estatísticas desse estudo foram realizadas com software Minitab® 17 e Origin® 2019 62 bit.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do teste de normalidade Komogorov-Smirnov, constatou-se que os dados não atenderam a pressuposição de normalidade ($p < 0,05$). O contrário foi verificado por Ellis e Roberts (1972), que obtiveram normalidade dos dados em condições constante de armazenamento para a mesma espécie. No entanto, o comportamento de não normalidade dos dados foi relatado por Santos (2018), em seu estudo de longevidade com sementes de soja e também observado por Faria (2019), em seus estudos de longevidade com sementes de soja e milho.

A caracterização específica referentes às cultivares para cada combinação de umidade/temperatura, como viabilidade inicial (%), intervalo de interesse (II) e longevidade total (em dias), estão explicitados na tabela 3. Os resultados indicam que as cultivares apresentaram variação no intervalo de interesse experimental de P50 e longevidade total. A cultivar 7677 RSF IPRO, submetida a temperatura de 35° e umidade relativa 75%, apresentou viabilidade inicial de 96,3%, intervalo de interesse do P50 experimental com variação de 49 a 58 dias e longevidade total de 119 dias.

A cultivar M7119 IPRO exibiu viabilidade inicial de 96% e intervalo de interesse de 15 a 20 dias, apresentando menor longevidade (30 dias), consequentemente pela

elevada temperatura e UR no qual foram submetidas no teste de avaliação da longevidade. O que foi confirmado por Ellis et al. (1982), onde estudando o efeito de diversos fatores na longevidade de sementes de soja, verificou que a perda da viabilidade correspondeu com o aumento da temperatura.

Tabela 3 - Parâmetros de avaliação da viabilidade em função do tempo (dias) observado para cultivar 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO

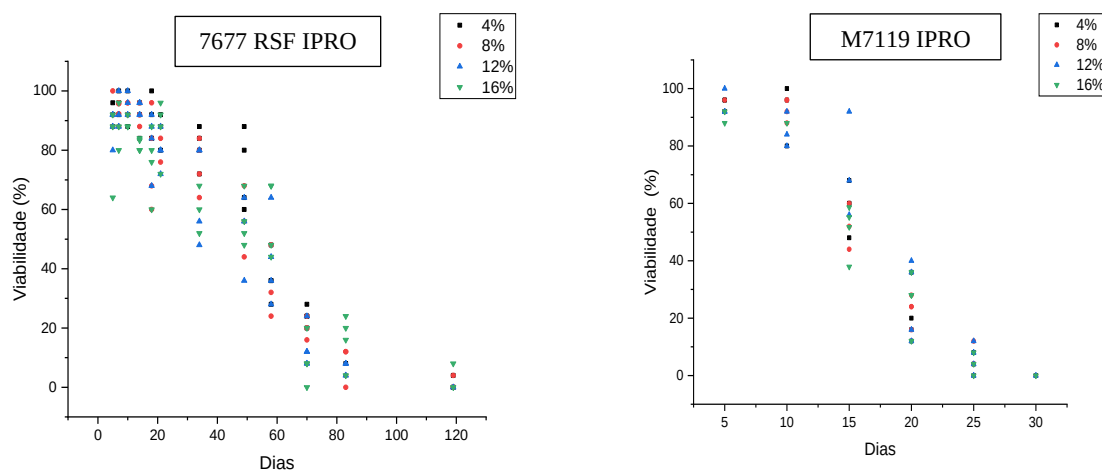
Cultivares	Ambiente (Temp-UR)	Viabilidade Inicial (%)	Intervalo de Interesse (II) (Dias)	Longevidade Total (Dias)
7677 RSF IPRO	35°C - 75%	96,3	49 a 58	119
M7119 IPRO	40°C - 80%	96,0	15 a 20	30

Temp= temperatura em graus Celsius. UR = umidade relativa

O declínio da viabilidade com diferentes temperaturas e umidades relativas em sementes de soja com variação de percentuais de sementes verdes é observado na Figura 1. As cultivares em estudo apresentaram comportamentos de viabilidade total distinto, no qual é observado diminuição significativa da viabilidade conforme o aumento da temperatura e umidade relativa. Essa diferença quanto ao potencial de viabilidade das sementes pode estar associada à composição genética e/ou condições ambientais de armazenamento das cultivares (ELLIS; ROBERTS, 1980; MARCOS FILHO, 2015), no entanto, a presença de sementes com retenção de clorofila deve ser pontuada.

Muitas manifestações fisiológicas relacionados a deterioração de sementes de soja com retenção de clorofila têm sido extensivamente relatadas por diversos autores (LIMA et al., 2017; LUCCAS, 2018; ZORATO, 2007; PÁDUA, 2007). Portanto, pode-se inferir que o percentual de sementes verdes presentes nas amostras pode influenciar diretamente no comportamento da curva sigmoidal de sobrevivência, influenciando os resultados obtidos a partir das equações propostas por Ellis e Roberts (1980), bem como na resposta do ajuste.

Figura 1 - Variações no percentual de protrusão das cultivares 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO com percentuais de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes durante o armazenamento em temperatura constante de 35°C e 40° C e umidade relativa (UR) de 75% e 80% respectivamente (dados originais)



Para as sementes da cultivar 7677 RSF IPRO, armazenadas em temperatura constante de 35° C e umidade relativa de 75% a função Cauchy-SSF demonstrou assertividade em todos os tratamentos com diferentes porcentagens de sementes verdes. Os valores de P50 calculados pela a função Cauchy-SSF nas porcentagens de 4%, 8%, 12% e 16%, foram respectivamente 55,92; 52,10; 51,80 e 53,09 dias (Tabela 4 e figura 2), os quais se encontram contidos no intervalo de interesse (II), que foi de 49 a 58 dias (Tabela 3). As demais funções encontraram o P50 dentro do intervalo de interesse apenas para o tratamento com 4% de sementes verdes, subestimando o P50 dos tratamentos com 8%, 12% e 16% de sementes verdes.

A função Cauchy-SSF apresentou o mesmo comportamento para a cultivar M7119 IPRO, em que as sementes foram armazenadas em temperatura constante de 40°C e umidade relativa de 80% (Tabela 5 e figura 3), demonstrando assertividade em todos os tratamentos com diferentes porcentagens de sementes verdes.

Para essa cultivar (M7119 IPRO) as funções propostas estimaram o P50 com uma maior variação de porcentagem de sementes verdes. Sendo assim, as funções Probit, Logit, Stukel e Aranda-Ordaz estimaram o P50 para os tratamentos de 4% e 12%. Para 8%, somente as funções Probit e Logit que não determinaram o P50, ainda para a porcentagem extrema de 16% somente a função Cauchy-SSF foi capaz de determinar o P50. Desse modo, pode-se inferir que a quantidade de sementes verdes influenciou na resposta do ajuste da maioria das funções impossibilitando uma estimativa adequada para o P50, apenas a função Cauchy-SSF não apresentou essa

influência para as duas cultivares e ambientes em estudo, mostrando-se uma função mais adequada para obtenção do P50 (Tabela 5 e figura 3).

Os parâmetros da regressão k_i (coeficiente linear) e $1/\sigma$ (desvio padrão da frequência de distribuição das sementes mortas) (Figuras 2 e 3 e Tabelas 4 e 5), trazem informações importantes do comportamento da longevidade. O valor de k_i representa a viabilidade inicial, observa-se que em todas as funções utilizadas para a cultivar 7677 RSF IPRO, o k_i apresentou correlação inversa com relação ao aumento da porcentagem de sementes verdes, ou seja, o k_i diminuiu com o aumento da porcentagem de sementes verdes, confirmando assim uma redução na viabilidade inicial com o aumento da porcentagem de sementes verdes. Para a cultivar M7119 IPRO, os resultados de k_i apresentaram a mesma resposta, exceto para o tratamento de 12%, onde os resultados foram superiores aos tratamentos de 4%, 8% e 16%. O valor de $1/\sigma$, conforme Ellis e Roberts (1980), deve ser uma constante específica para cada espécie, portanto, pode-se observar que a função Cauchy-SSF foi a que apresentou uma menor variação dessa característica para as duas cultivares e todos os tratamentos.

Observa-se também que os resultados de K_i (coeficiente linear) e $1/\sigma$ (desvio padrão da frequência de distribuição das sementes mortas), apresentou valores próximos para as funções Probit, Logit, Stukel e Aranda-Ordaz e diferentes dos valores obtidos pela função Cauchy-SSF. Estes resultados são decorrentes do comportamento dessas funções, como explicado por Freitas et al. (2013), a função Probit tem a distribuição inversa da função normal, por sua vez, a função Logit tem o inverso da função logística, em seguida, Stukel é uma generalização da função Logit, portanto seu comportamento é o inverso da função logística, Aranda-Ordaz não possui origem em nenhuma distribuição de probabilidade, por fim, a função Cauchy-SSF também é ausente de distribuição.

A função Cauchy-SSF foi o modelo que melhor se ajustou para a determinação do P50, mediante a sua modificação por Santos et al. (2019). Com a modificação, a função proposta por Bonat et al. (2012), foi substituída a função trigonométrica pela função hiperbólica da tangente, viabilizando assim o seu uso e elevando o índice de acerto na predição. Desse modo, é verificado que a função Cauchy-SSF estimou um maior número de vezes o P50 dentro do intervalo de interesse à medida que a porcentagem de sementes verdes foi acrescida nos tratamentos de longevidade.

Tabela 4 - P50 calculado da cultivar 7677 RSF IPRO obtidos pelas funções Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel e Aranda Ordaz com percentuais de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes de soja, armazenadas em temperatura constante de 35°C e umidade relativa (UR) de 75%

Cultivar 7677 RSF IPRO	Função	Ki	(1/σ)	P50 Calculado
4%	Probit	2,73	-0,05	49,98
	Logit	3,91	-0,07	52,10
	Cauchy-SSF	1,10	-0,02	55,92
	Stukel	3,84	0,07	51,54
	Aranda- Ordaz	2,57	-0,05	50,46
8%	Probit	2,42	-0,05	43,83
	Logit	3,54	-0,08	46,80
	Cauchy-SSF	1,04	-0,02	52,10
	Stukel	3,57	0,08	47,15
	Aranda- Ordaz	2,39	-0,05	46,09
12%	Probit	2,44	-0,05	43,13
	Logit	3,49	-0,08	45,90
	Cauchy-SSF	1,02	-0,02	51,80
	Stukel	3,45	0,07	46,29
	Aranda- Ordaz	2,31	-0,05	45,23
16%	Probit	1,93	-0,05	38,13
	Logit	2,70	-0,06	43,30
	Cauchy-SSF	0,96	-0,02	53,09
	Stukel	2,92	0,06	45,87
	Aranda- Ordaz	1,95	-0,04	44,80

Tabela 5 - P50 Calculado da cultivar M7119 IPRO obtidos pelas funções Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel e Aranda Ordaz com percentuais de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes de soja, armazenadas em temperatura constante de 40°C e umidade relativa (UR) de 80%

Cultivar M7119 IPRO	Função	Ki	(1/σ)	P50 Calculado
4%	Probit	4,13	0,28	15,02
	Logit	5,90	0,38	15,57
	Cauchy-SSF	1,44	0,09	16,56
	Stukel	5,47	0,35	15,67
	Aranda- Ordaz	3,68	0,24	15,43
8%	Probit	3,76	0,27	13,88
	Logit	5,47	0,37	14,72
	Cauchy-SSF	1,38	0,09	16,18
	Stukel	5,19	0,34	15,38
	Aranda- Ordaz	3,49	0,23	15,14
12%	Probit	4,77	0,30	15,85
	Logit	6,36	0,40	16,08
	Cauchy-SSF	1,50	0,09	17,21
	Stukel	5,58	0,35	16,10
	Aranda- Ordaz	3,75	0,24	15,86
16%	Probit	3,32	0,24	13,63
	Logit	4,71	0,33	14,20
	Cauchy-SSF	1,34	0,08	16,08
	Stukel	4,57	0,31	14,66
	Aranda- Ordaz	3,08	0,21	14,42

Figura 2 - Ajustes das regressões lineares dos dados transformados pelas funções de Probit (A), Logit (B), Cauchy-SSF (C), Stukel (D) e Aranda-Ordaz (E) da cultivar 7677 RSF IPRO com percentuais de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes de soja, armazenadas em temperatura constante de 35°C e umidade relativa (UR) de 75%

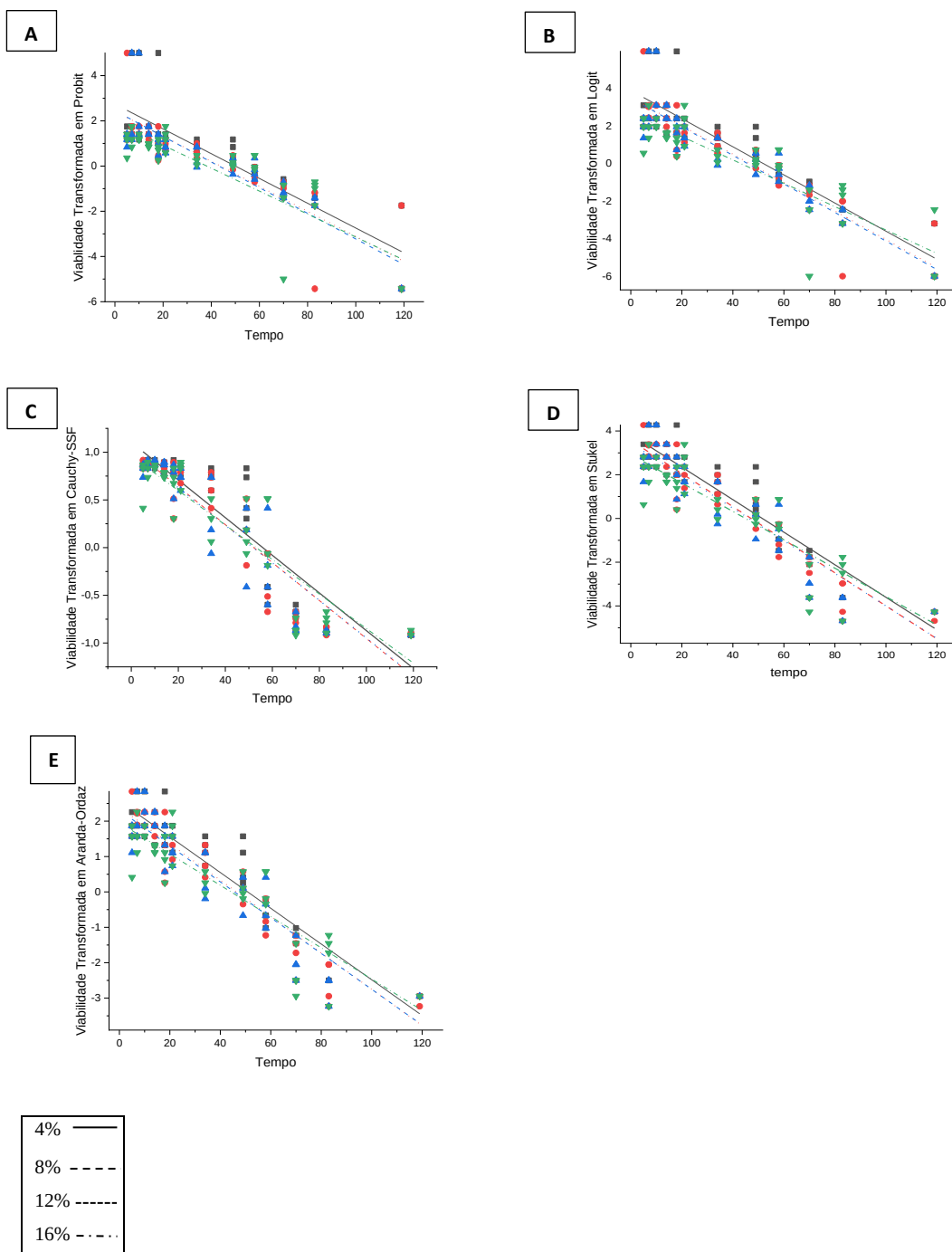
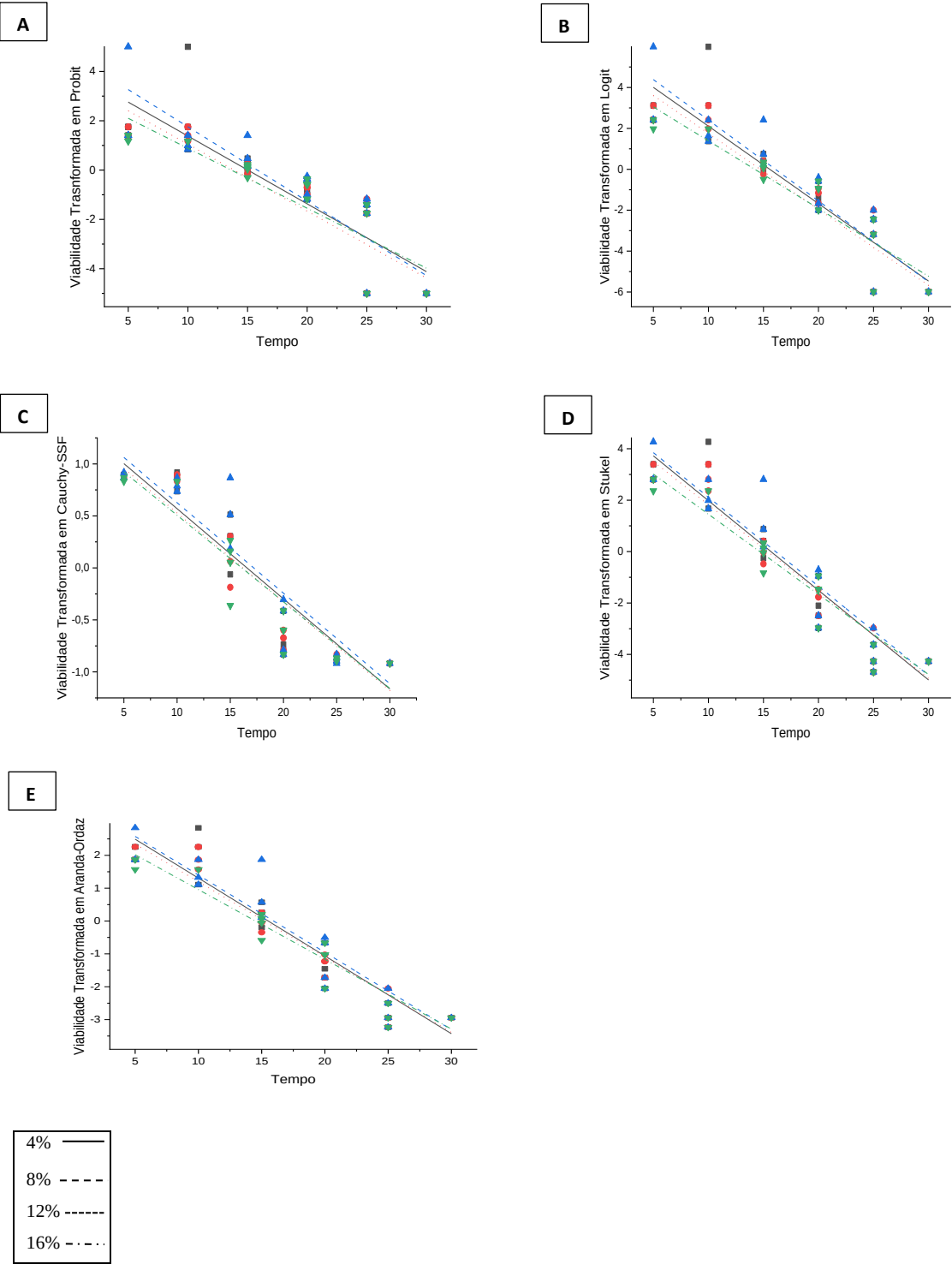


Figura 3 - Ajustes das regressões lineares dos dados transformados pelas funções de Probit (A), Logit (B), Cauchy-SSF(C), Stukel (D) e Aranda-Ordaz (E) da cultivar M7119 IPRO com percentuais de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes de soja, armazenadas em temperatura constante de 40°C e umidade relativa (UR) de 80%



Os coeficientes de determinação ajustado para todas as funções propostas para as duas cultivares em estudo apresentaram valores superiores a 70% ($R^2 > 0,7$); (Tabela 6). Um modelo é indicado, quando este descreve 70% de um fenômeno. As funções Stukel e Aranda-Ordaz obtiveram ajustes $> 0,9$. Estas funções apresentaram maiores índices, variando entre 0,9 a 0,92 para a cultivar M7119 IPRO em todos os percentuais em estudo. Já para a cultivar 7677 RSF IPRO, a variação foi maior, tendo valores entre 0,83 e 0,9. A função Probit em comparação às demais funções, apresentou uma variação maior do ajuste e menores resultados para os tratamentos com 4%, 8%, 16% de sementes verdes com 0,73; 0,77 e 0,78 respectivamente para a cultivar 7677 RSF IPRO, e $R^2_{aj.}$ de 0,78 para a cultivar M7119 IPRO para os tratamentos com 4% de sementes verdes. A função Cauchy-SSF, apesar de ser mais assertiva na determinação do P50, apresentou coeficiente de determinação ajustado variando de 0,83 a 0,89. Os modelos Cauchy-SSF e Logit, apresentaram os mesmos índices de $R^2_{aj.}$ para todos os tratamentos para a cultivar M7119 IPRO e próximos para a cultivar 7677 RSF IPRO.

Nas figuras 4 e 5 estão apresentados os resultados dos resíduos das cultivares 7677 RSF IPRO (Figura 4) e M7119 IPRO (Figura 5). Um modelo é considerado aceitável quando os valores residuais (pontos) se encontrarem dispersos aleatoriamente próximos à faixa horizontal em torno de zero. Neste caso, é verificado que os resíduos obtidos das funções para as duas cultivares encontram-se dispersos aleatoriamente em torno de zero, no entanto, quando comparado os resíduos das duas cultivares, nota-se certa diferença no comportamento, onde observa-se que os valores residuais da cultivar M7119 IPRO estão mais dispersos que os da cultivar 7677 RSF IPRO, o que não possibilita a tomada de decisão a partir dessa análise.

De maneira geral, a análise do R^2 ajustado visa verificar se o modelo é adequado para descrever o fenômeno, sendo indicado quando for maior que 0,7. O valor de R^2 ajustado foi superior 0,7 para todas as funções, mas considerando os resultados de determinação do P50 e os valores de K_i e $1/\sigma$, o modelo Cauchy-SSF foi o que apresentou maior robustez na predição da longevidade de sementes de soja com a influência de sementes verdes, sendo indicado para estudos de longevidade de sementes que também apresente baixa qualidade fisiológica inicial.

Tabela 6 - Coeficientes de determinação ajustado para as funções Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel e Aranda-Ordaz das cultivares 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO com percentuais de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes de soja, armazenadas em temperatura constante de 35°C e 40°C e umidade relativa (UR) de 75% e 80% respectivamente

Cultivares	Sementes Verdes (%)	Coeficiente de Determinação (R ² Ajustado)				
		Probit	Logit	Cauchy-SSF	Stukel	Aranda Ordaz
7677 RSF IPRO	4%	0,73	0,83	0,85	0,90	0,90
7677 RSF IPRO	8%	0,77	0,86	0,86	0,90	0,90
7677 RSF IPRO	12%	0,82	0,88	0,85	0,88	0,88
7677 RSF IPRO	16%	0,78	0,79	0,83	0,83	0,83
M7119 IPRO	4%	0,78	0,87	0,87	0,90	0,90
M7119 IPRO	8%	0,84	0,88	0,88	0,92	0,92
M7119 IPRO	12%	0,83	0,86	0,86	0,90	0,90
M7119 IPRO	16%	0,82	0,89	0,89	0,92	0,92

Figura 4 - Resíduos dos ajustes das regressões lineares dos dados transformados pelas funções Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel e Aranda-Ordaz, com percentuais de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes de soja da cultivar 7677 RSF IPRO, armazenadas em temperatura constante de 35° C e umidade relativa (UR) de 75%

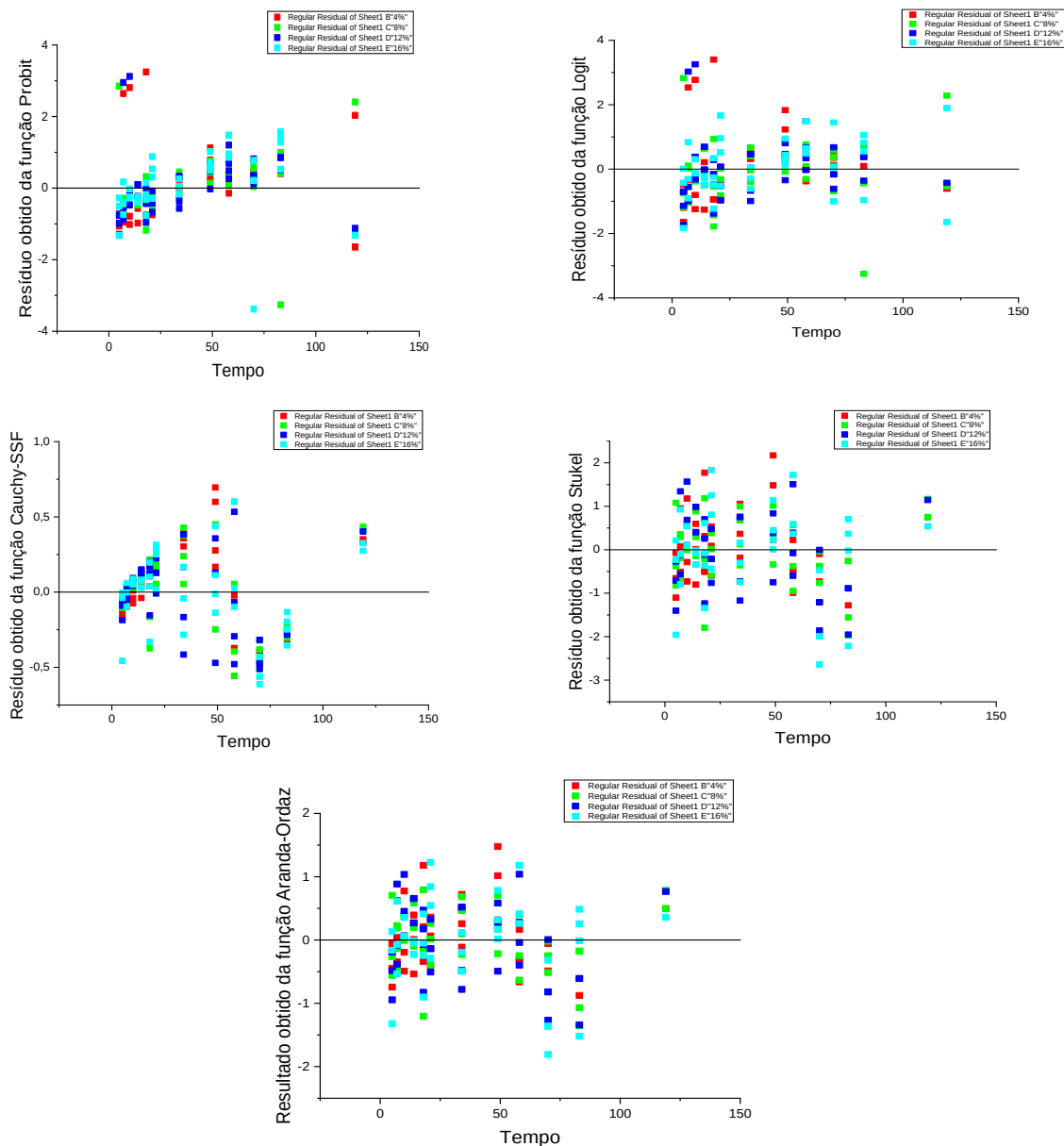
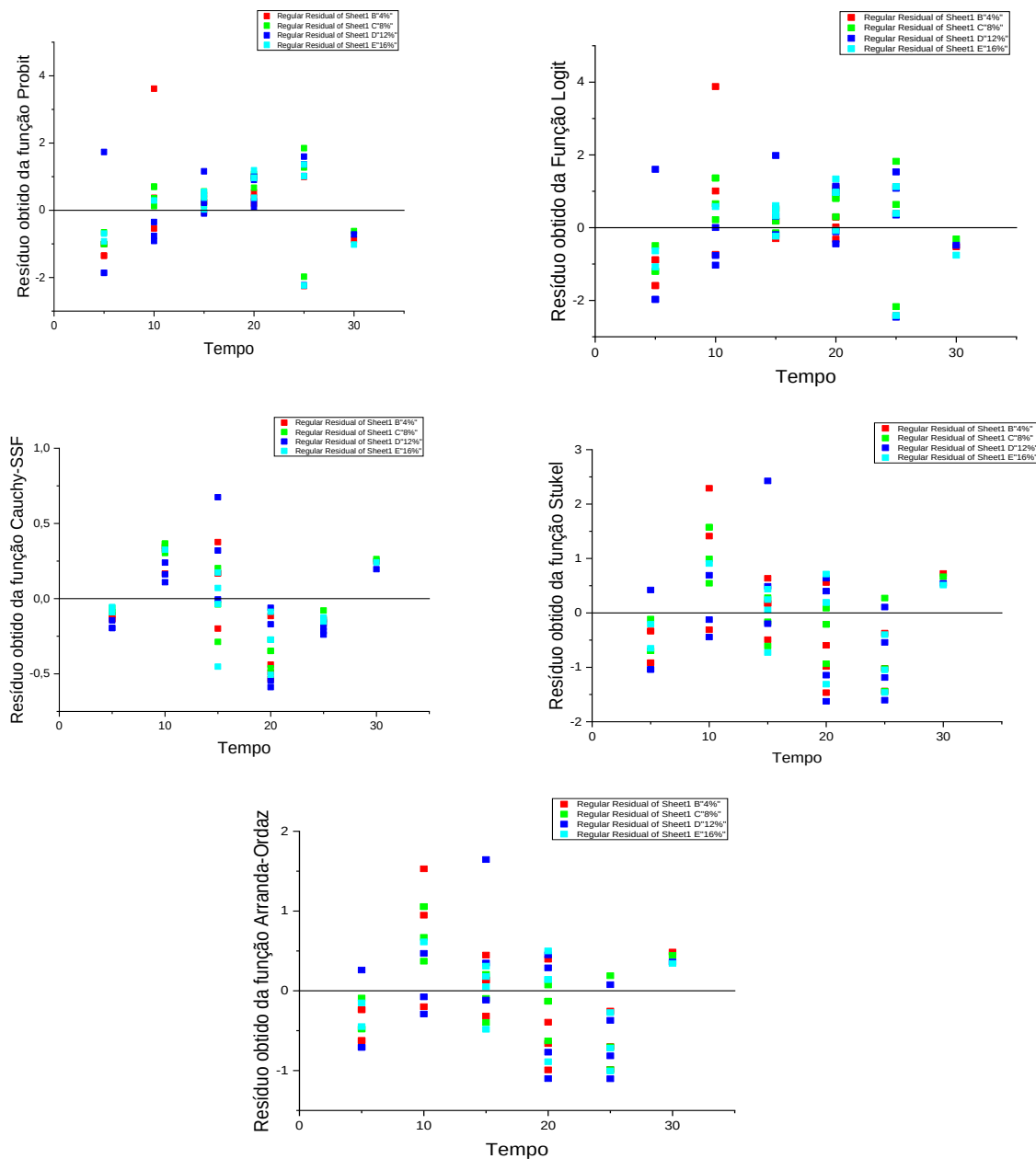


Figura 5 - Resíduos dos ajustes das regressões lineares dos dados transformados pelas funções Probit, Logit, Cauchy-SSF, Stukel e Aranda-Ordaz, com percentuais de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes de soja da cultivar M7119 IPRO, armazenadas em temperatura constante de 40° C e umidade relativa (UR) 80%



1.4 CONCLUSÃO

A transformação realizada pela função Cauchy-SSF estimou o maior número de valores de P50 inclusos no intervalo de interesse dos dados observados para os tratamentos com 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes, apresentando superioridade na estimação desse parâmetro por essa função com relação as funções Probit, Logit, Stukel e Aranda-Ordaz

REFERÊNCIAS

BEWLEY J. D. et al. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 408 p. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: Safra 2020/21, 3º levantamento, dezembro de 2020**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> . Acesso em: 05 jan. 2020.

BONAT, W.H; RIBEIRO JR, P. J.; ZEVIANI, W.M.; Regression models with responses on the unity Interval: specification, estimation and comparison. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.30, n.4, p.415-431, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras Para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 395 p. 2009.

CORDEIRO, G.; DEMÉTRIO, C. **Modelos lineares generalizados**. In: Simpósio de estatística aplicada à experimentação agrônômica. SEAGRO, 12.; reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria. RBRAS, 52. Santa Maria. Minicurso. Santa Maria: UFSM, 2007.

ELLIS, R.H., E.H. ROBERTS. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. **Seed Science and Technology**. v.9, p. 373-409, 1981.

ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Improved equations for the prediction of seed longevity. **Annals of Botany**, v.45, p.13-30, 1980.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2ª ed. 660 p. 2015.

Roberts, E.H. **Storage environment and the control of viability**. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). Viability of seeds. New York: Syracuse University Press, p.14-58. 1972.

ELLIS, R. H.; OSEI-BONSU, K.; & ROBERTS, E. H. The influence of genotype, temperature and moisture on seed longevity in chickpea, cowpea and soybean. **Annals of Botany**, v.50, p. 69-82, 1982.

ELLIS, R.H. The meaning of viability. In: DICKIE, J.B.; LININGTON, S.H.; WILLIAMS, J.T. (Eds). Seed management techniques for genebanks: a report of a workshop. Rome: **International Board for Plant Genetic Resources**, p. 294, 1984.

FARIA, R.Q. **Modelagem matemática na predição da longevidade de sementes de soja e milho**. 2019. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2019.

Freitas, L.R.; S. et al. Comparison of Logit and Probit link functions in binary regression considering different sample sizes. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** , Goiânia, v.9, n.17, p. 29-36, 2013.

HAY, F.; KLIN, J.; PROBERT, R. Can a Post-Harvest Ripening Treatment Extend the Longevity of rhododendron L. Seeds? **Scientia Horticulturae**, v. 111, n.1, p. 80–83, 2006.

LIMA, J. J. P. et al. Molecular characterization of the acquisition of longevity during seed maturation in soybean. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1–25, 2017.

LUCCAS, D. A. **Caracterização fisiológica, bioquímica e molecular em sementes de soja (*glycine max* (L.) merr.) com retenção de clorofila**. 2018. 195 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP, 2018.

PÁDUA, G. et al. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 112–120, 2007.

SANTOS, A. R. P. **Funções de ligação na determinação de longevidade de sementes de soja**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP, 2018.

SANTOS, A. R. P.; FARIA, R. Q.; AMORIM, D. J.; GIANDONI, V. C. R.; SILVA, E. A. A.; SARTORI, M. M. P. Cauchy, Cauchy–Santos–Sartori–Faria, Logit, and Probit Functions for Estimating Seed Longevity in Soybean, **Agronomy Journal**, v. 111, n. 6, p.2929- 2939, 2019.

Schneider, C.F. et al. Longevity equations for pigeon pea seeds. **Revista de Ciências Agrarias** - Amazon Journal Of Agricultural And Environmental Sciences, [s.l.], v. 60, n. 1, p.53-59. 2017 Ed. Cubo Multimidia.

STUKEL, T. A. Generalized logistic models. **Journal of the American Statistical Association**, v.83, n.402, p.426-431, 1988.

Tang, S., Tekrony, D.M., Egli, D.B, Cornelius P.L. 1999b. **Survival Characteristics of Corn Seed during Storage: II. Rate of Seed Deterioration**. Crop Sci. 39:1400–1406

ZORATO, M. F. et al. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 11–19, 2007.

CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DO PERCENTUAL DE SEMENTES VERDES NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS À DIFERENTES AMBIENTES

RESUMO

A produção de sementes de soja de qualidade tem sido restringida principalmente pelas condições climáticas desfavoráveis como seca e altas temperaturas na fase de maturação, resultando em sementes com retenção de clorofila, comumente chamada de semente verde. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de cultivares de sementes de soja com influência do percentual de sementes verdes submetidas a diferentes ambientes. As sementes foram provenientes do município de Campo Alegre – GO na safra 2017/2018. Criou-se lotes composto de sementes amarelas com percentuais de sementes esverdeadas nas proporções de 4%, 8%, 12% e 16%, estas sementes foram submetidas ao teste de germinação e envelhecimento acelerado. Foi realizado uma análise das curvas de regressão e também uma avaliação multivariada com os dados de germinação com a presença de sementes verdes, protrusão total com e sem sementes verdes e protrusão de plântulas anormais com e sem a presença do percentual de sementes verdes, utilizando o método de agrupamento hierárquico e otimização para encontrar a similaridade dos percentuais de sementes verdes em estudo. Conclui-se que o ambiente de 40°C e 80% UR diminuiu a longevidade das sementes de maneira significativa quando comparado ao ambiente de 35°C e 75%, o ambiente que a sementes são submetidas é determinante no comportamento de sementes verdes em lotes de sementes e os tratamentos de 8% e 12% exercem impactos semelhantes na qualidade de sementes de soja para todos os ambientes e cultivares em estudo.

Palavras- chave: Temperaturas. Produção. Maturação. Regressão.

ABSTRACT

The production of quality soybean seeds has been restricted mainly by unfavorable climatic conditions such as drought and high temperatures in the maturation phase, resulting in seeds with chlorophyll retention, commonly called green seed. In this context, this work aimed to evaluate the behavior of soybean cultivars with influence of the percentage of green seeds submitted to different environments. The seeds came from the municipality of Campo Alegre - GO in the 2017/2018 harvest. Batches were created composed of yellow seeds with greenish percentage in the proportions of 4%, 8%, 12% and 16%, these seeds were submitted to the germination and accelerated aging test. An analysis of the regression curves was carried out and also a multivariate evaluation with the germination data with the presence of green seeds, total protrusion with and without green seeds and protrusion of abnormal seedlings with and without the presence of the percentage of green seeds, using the method of hierarchical grouping and optimization to find the similarity of the percentages of green seeds under study. It is concluded that the environment of 40 ° C and 80% RH decreased the seed longevity significantly when compared to the environment of 35 ° C and 75%, the environment that the seeds are submitted to is determinant in the behavior of green seeds in batches of seeds and treatments of 8% and 12% have similar impacts on the quality of soybean seeds for all environments and cultivars under study.

Keyword: Temperatures. Production. Maturation. Regression.

2.1 INTRODUÇÃO

A qualidade de sementes é essencial para obtenção de plantas vigorosas, emergência rápida e uniforme (SEDIYAMA et al., 2012), e tem sido classificada como um dos principais desafios encontrado na produção de soja nacional e mundial.

A produção de semente de soja de alta qualidade tem sido restringida principalmente pelas condições climáticas desfavoráveis como seca e altas temperaturas na fase de maturação, resultando em sementes com retenção de clorofila (FRANÇA NETO, 2012), comumente chamada de semente verde. Outros fatores que predisõem a soja à expressão de sementes esverdeadas são desuniformidade de maturação, ataques de insetos, doenças de raiz, manejo inadequado como distribuição irregular de calcário ou de fertilizantes, dessecante aplicado antes do estágio ideal. (CÂMARA; HEIFFIG, 2000; FRANÇA NETO, 2005).

Pouco se conhece sobre os mecanismos fisiológicos associados a esta característica (ZINSMEISTER et al., 2016; LEPRINCE et al., 2017). Entretanto, esforços para entender a influência das condições ambientais na retenção de pigmentos verdes em sementes de soja e como isso afeta as características fisiológicas vêm sendo extensivamente estudados (TEIXEIRA et al., 2016). O que se sabe, e que sementes com coloração intensa de verde ou mesmo esverdeadas, geralmente apresentam elevados índices de deterioração, que podem levar a redução da germinação, do vigor e da longevidade (LUCCAS, 2018; ZORATO et al., 2007; PÁDUA et al., 2009; FRANÇA NETO et al., 2012)

O efeito esperado na redução da qualidade fisiológica em sementes de soja como resultado da maior presença de sementes verdes no lote foi evidenciado em vários estudos (LUCCAS, 2018; PÁDUA et al., 2007; ZORATO et al., 2007; FRANÇA NETO et al., 2012) entretanto, esta ocorrência tem suscitado discussões acerca dos níveis aceitáveis, que não comprometam a sua qualidade (RANGEL, 2011).

O comportamento de genótipos é outro fator que deve ser considerado em estudos de longevidade de sementes de soja, visto que parecem responder de forma diferente aos impactos ocasionados pela retenção de clorofila na qualidade de sementes. De acordo com Pereira Neto (2016), sementes de diferentes cultivares, conservadas sob as mesmas condições de temperatura e umidade, apresentam

respostas distintas quanto à perda da sua viabilidade, que decorre de diversos fatores tais como: constituição genética e química, teor de água, qualidade inicial das sementes, dentre outros fatores.

Como citado anteriormente, a temperatura e umidade relativa já foram consideradas fatores determinantes que podem intensificar ou favorecer a velocidade de deterioração (BEWLEY et al., 2013; ELLIS E ROBERTS, 1980), desta forma, é imprescindível verificar o comportamento de cultivares de soja com retenção de clorofila no armazenamento em associação a diferentes ambientes, pois poderão trazer informações relacionadas sobre a influência do genótipo, o percentual de sementes verdes e do ambiente sob a qualidade fisiológica de sementes, bem como a germinação, o vigor e a longevidade.

Nesse contexto este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de cultivares de sementes de soja com influência do percentual de sementes verdes submetidas a diferentes ambientes.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Produção e Análise das Sementes - As sementes de soja, utilizadas neste estudo foram provenientes da safra 2017/2018, do município de Campo Alegre – GO, cuja as coordenadas são: latitude de 17° 38' 20" Sul e longitude de 47° 46' 55" Oeste. O clima da região segundo a classificação de Köppen é tropical com estação seca bem definida, com temperatura média anual de 26° C, e umidade relativa do que ar varia de 30% a 70% (CLIMATEMPO, 2020).

Utilizou-se as cultivares comerciais 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO, produzidas em condições de campo, as sementes foram colhidas mecanicamente, beneficiadas e transportadas ao laboratório de Análises de Sementes da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu. No laboratório foram armazenadas em câmara fria à temperatura e umidade relativa de 10±5 °C e 45% respectivamente, até o momento das análises.

Porcentagem de sementes verdes - As sementes verdes presentes nos lotes foram determinadas visualmente, identificando-se por qualquer traço de pigmentação verde na semente, sendo esta classificada como “semente verde”. Dessa forma criou-

se tratamentos compostos de sementes amarelas com percentuais de sementes esverdeadas nas proporções de 4%, 8%, 12% e 16%.

2.2.1 Qualidade das sementes

Após a determinação dos tratamentos, a avaliação da qualidade das sementes dos lotes de soja com diferentes porcentagens de sementes verdes foi realizada utilizando as seguintes análises:

Teste de germinação - O teste foi realizado utilizando-se 4 repetições de 25 de sementes e 4 tratamentos, em cada tratamento (4%, 8%, 12% e 16%) continham 1, 2, 3 e 4 sementes esverdeadas por lote, as sementes amarelas em proporção a completar a repetição, distribuídas uniformemente em papel filtro. Esses papeis foram umedecidos com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, posteriormente foram formados rolos e submetidos em câmara de germinação com temperatura de 25 °C (BRASIL, 2009). As sementes foram avaliadas e classificadas quanto a plântula normal, anormal e morta. Foram contabilizadas como protrusão total todas as sementes com protrusão > 2mm, avaliadas ao quinto e oitavo dia após a implantação do teste, sendo o resultado expresso em percentual.

Avaliação da Longevidade- Uma camada de sementes foi distribuída sobre tela metálica acoplada a uma caixa plástica, contendo solução salina supersaturada de Cloreto de Sódio (NaCl) simulando o ambiente de 35°C e 75% de umidade relativa do ar (UR) e a solução salina supersaturada de Cloreto de Potássio (KCl) simulando o ambiente de 40°C e 80% de UR, as caixas foram acondicionadas em incubadora do tipo BOD; e retiradas em intervalos regulares para realização do teste de germinação.

Afim de verificar o comportamento das cultivares com relação aos ambientes e as porcentagens de sementes verdes, a cultivar 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO foram submetidas ao ambiente de 35°C e 75% de UR, e somente a cultivar M7119 IPRO foi submetida ao ambiente de 40°C e 80% de UR.

Para realização do teste de germinação, as cultivares 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO submetidas ao ambiente de 35°C e 75% de UR, foram retiradas inicialmente com 4 dias de intervalo de tempo, e posteriormente com 7 dias, a cultivar M7119 IPRO submetida ao ambiente de 40°C e 80% de UR foi submetida ao teste de germinação

em intervalos regulares de 5 dias, para verificar a viabilidade ao longo do tempo de armazenamento, até a inviabilidade total dos lotes avaliados.

2.2.3 Metodologia Estatística

As análises das curvas de regressão foram realizadas usando o software Origin® 2019 62 bits. Foi realizada também uma avaliação multivariada, para os dados de germinação com a presença de sementes verdes, protrusão total com e sem sementes verdes e protrusão de plântulas anormais com e sem a presença do percentual de sementes verdes, utilizando o método de agrupamento hierárquico e otimização para encontrar a similaridade dos percentuais de sementes verdes em estudo. Este método denominado de método do vizinho mais próximo “Distância Euclidiana, Ligação Única” (Single Linkage Method), define a distância entre dois clusters pela distância mínima entre cada item em relação a cada cluster formado (LATTIN et al., 2011).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 estão explicitadas as curvas dos dados de germinação com a influência do percentual de sementes verdes referentes às cultivares 7677 RSF IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% de UR e M7119 IPRO exposta ao ambiente de 35°C e 40°C 75% e 80% de UR respectivamente. Observa-se que as curvas de germinação das sementes das cultivares em estudo diminuíram de forma sigmoideal e apresentaram comportamento distinto ao longo do tempo, havendo variação da longevidade de acordo com as temperaturas e umidade relativas nesse estudo.

Os resultados indicam que as sementes da cultivar 7677 RSF IPRO submetidas ao ambiente de 35°C e 75% de temperatura e UR respectivamente, apresentaram longevidade de 120 dias, enquanto a cultivar M7119 IPRO exposta ao mesmo ambiente exibiu longevidade total de 98 dias, inferior a cultivar 7677 RSF IPRO. É importante ressaltar que ao longo do desenvolvimento desta pesquisa houve contaminação por fungos das sementes da cultivar M7119 IPRO. Os fungos podem ter comprometido a viabilidade das sementes dos lotes, portanto acelerado a deterioração dessas sementes, o que poderia, de certa forma, ter contribuído para

determinar as diferenças de longevidade entre a cultivares e o comportamento da curva sigmoidal. De acordo Marcos Filho (2015) a perda da capacidade de uma semente germinar é um fenômeno natural e as sementes tendem a perder viabilidade mesmo sob condições ideais de armazenamento, entretanto, diversos fatores podem intensificar e favorecer a velocidade de deterioração, como a constituição química da semente, estágio de maturação, viabilidade inicial, umidade e temperatura do ar, ação de fungos e insetos (BEWLEY et al., 2013; SUTHERLAND et al., 2002) e também a presença do pigmento verde nas sementes (PARDO, 2015; LUCCAS, 2018)

Quando submetida à temperatura e umidade relativa de 40°C e 80% respectivamente, a cultivar M7119 IPRO exibiu um decréscimo significativo da longevidade, sendo de 35 dias, possivelmente, isso se deve ao fato dessas sementes terem sido expostas a uma condição de temperatura e UR mais elevada. O presente trabalho demonstrou que a perda da viabilidade de sementes é fortemente dependente da temperatura e do grau de umidade, evidenciando que quando há sua elevação tendem à uma tendência no aumento da velocidade de deterioração, o que é confirmado pelos os professores Ellis e Roberts (1980), que expõem que a deterioração de sementes no armazenamento ocorre em consequência da associação de três fatores principais: período de armazenamento, aumento da temperatura do ar e grau de umidade.

Os resultados relativos às curvas sigmoidais de protrusão total com e sem influência do percentual de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes apresentadas na figura 2, permitem observar que o comportamento das curvas foi semelhante quando se acrescentou os percentuais de sementes verdes para a cultivar 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO exposta ao ambiente de 40° C e 80%. Para a cultivar M7119 IPRO do ambiente de 35° C e 75%, nota-se uma diferença na viabilidade inicial dos tratamentos de 12% e 16% quando há o acréscimo dos percentuais de sementes verdes, a viabilidade inicial da protrusão das sementes desses tratamentos sem o percentuais de sementes verdes encontra-se abaixo de 90%, no entanto, as curvas dos tratamentos de 12% e 16% com os percentuais de sementes verdes apresentaram viabilidade inicial acima de 90%. Para plotagem dessas curvas, foram consideradas todas as sementes com protrusão > 2mm, incluindo-se sementes de plântulas normais e anormais (Figura 2), enquanto para a plotagem das curvas sigmoidais de germinação expostas na figura 1, foram consideradas somente as

sementes de plântulas normais, ou seja, as sementes que desenvolveram as estruturas essenciais para produzir uma planta normal: sistema radicular, parte aérea (hipocótilo, epicótilo), mesocótilo (Poaceae), gemas terminais e cotilédones (BRASIL, 2009).

As curvas sigmoidais de protrusão radicular anormal com e sem a presença do percentual de sementes verdes estão explicitadas na figura 3. Neste caso foram consideradas protrusão radicular anormal, as sementes que apresentaram qualquer estrutura essencial ausente. De acordo com Brasil (2009), as plântulas classificadas como anormais compreendem aquelas que não apresentam potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, mesmo crescendo em solo de boa qualidade e condições favoráveis de umidade, temperatura e luz.

Figura 1 - Curvas Sigmoidais de germinação de sementes de soja com influência do percentual de sementes verdes das cultivares 7677 RSF IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% de temperatura e UR respectivamente, e M7119 IPRO submetida ao ambiente de 35° e 40°C e 75 e 80% de temperatura e umidade relativa respectivamente

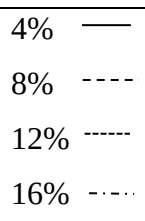
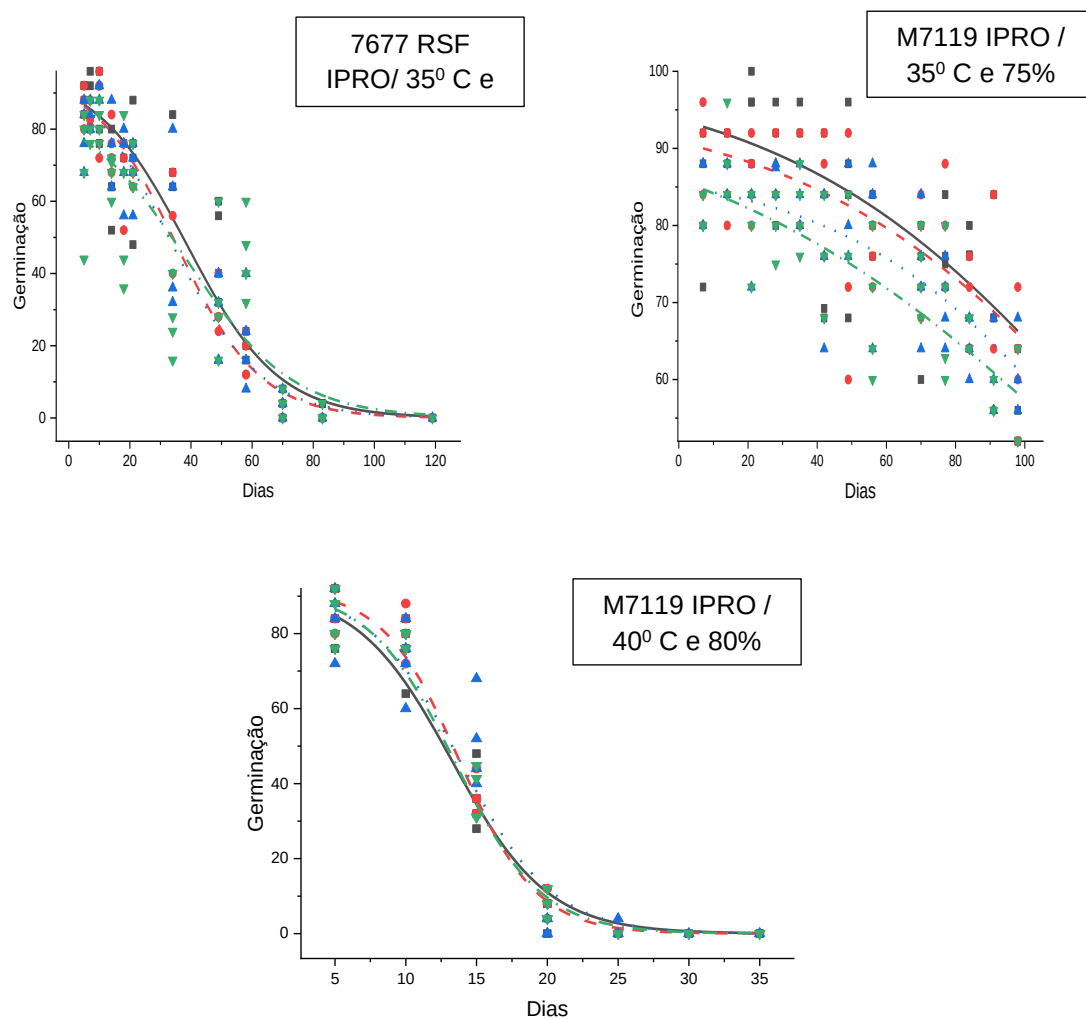


Figura 2 - Curvas Sigmoidais de Protrusão total com e sem a influência do percentual de sementes verdes das cultivares 7677 RSF IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% de temperatura e UR respectivamente, e M7119 IPRO submetida ao ambiente de 35° e 40°C e 75% e 80% de temperatura e umidade relativa respectivamente

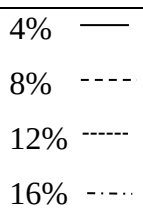
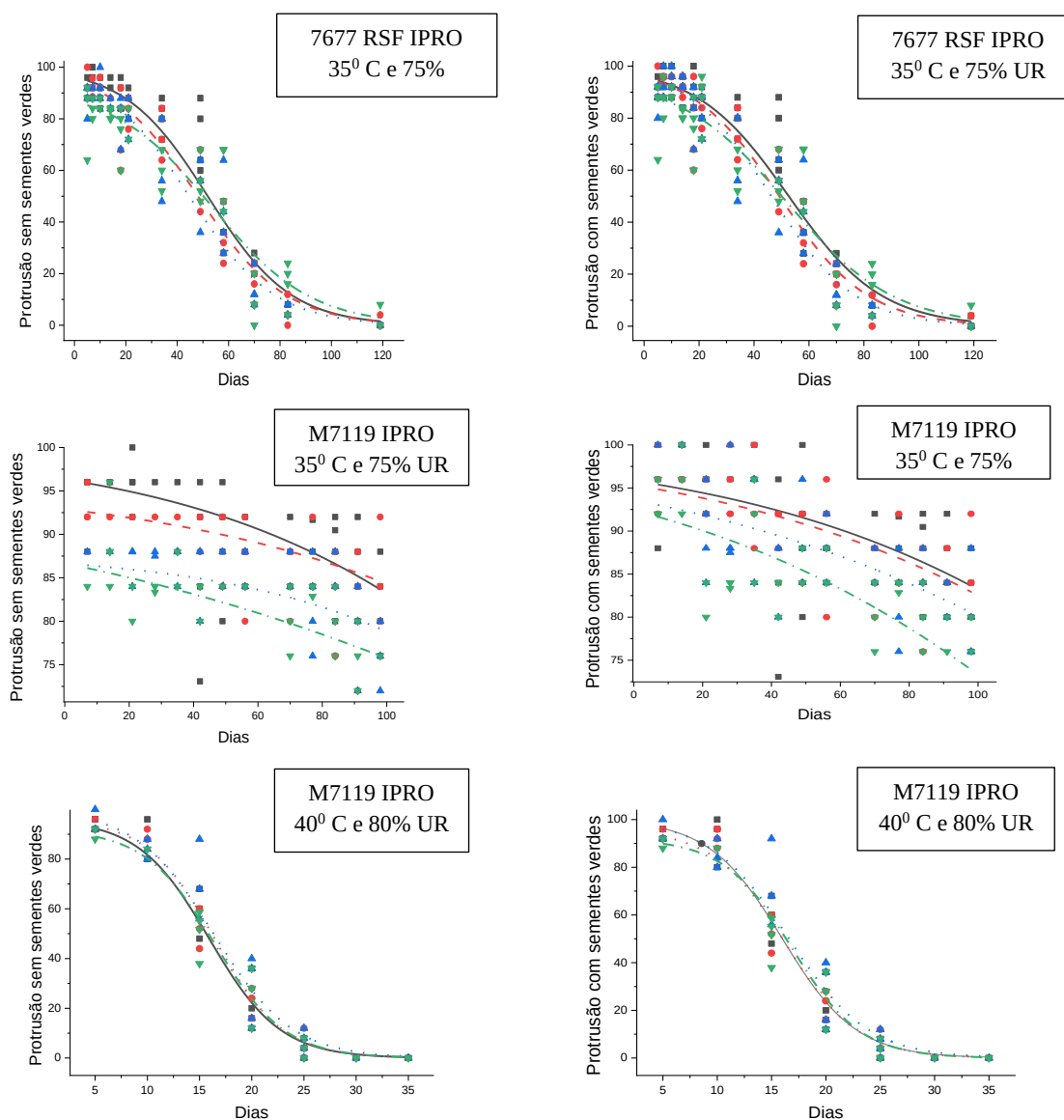
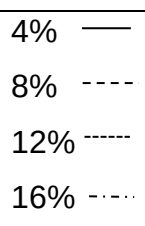
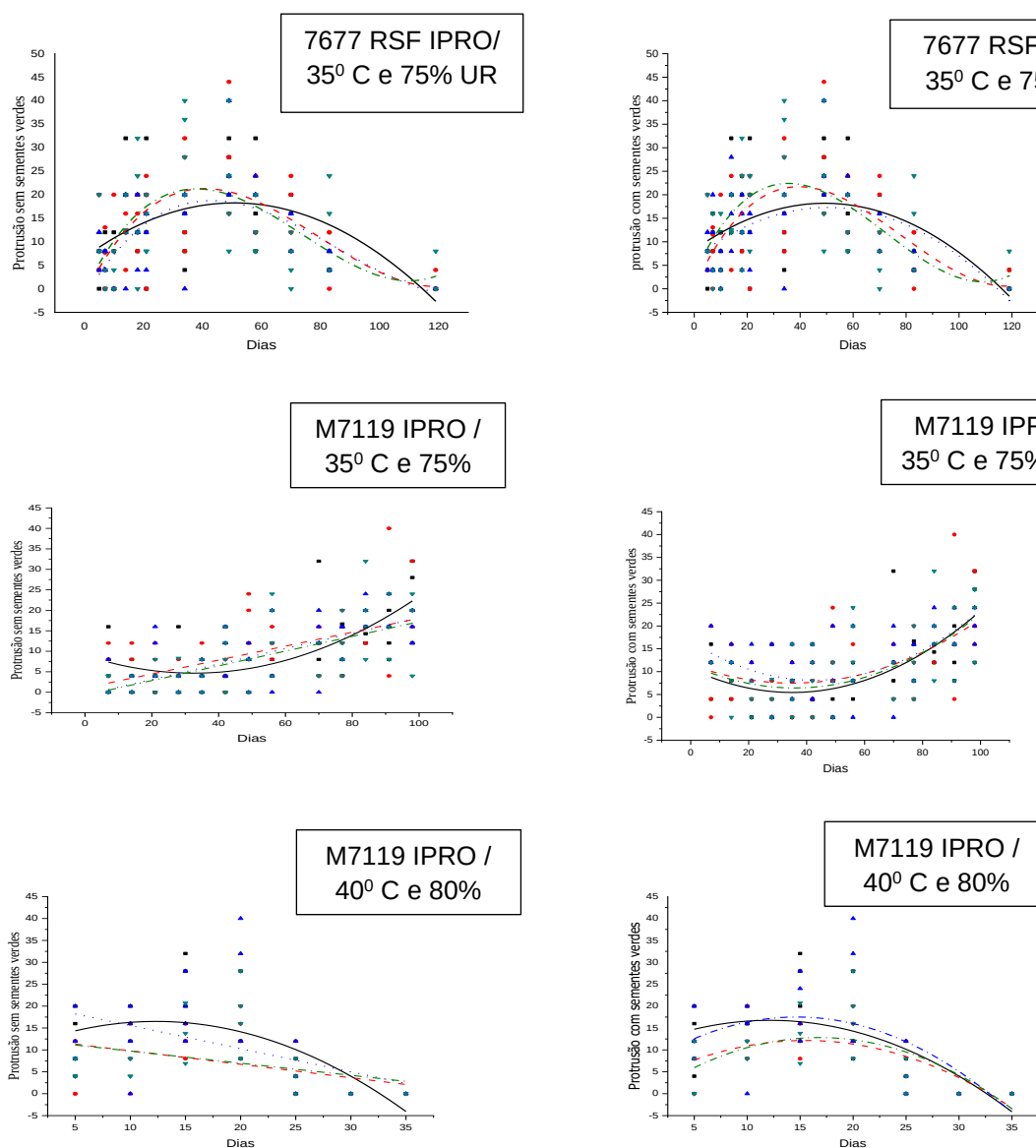


Figura 3 - Curvas Sigmoidais de Protrusão radicular anormal com e sem a influência do percentual de sementes verdes das cultivares 7677 RSF IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% de temperatura e UR respectivamente, e M7119 IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 40°C e 75% e 80% de temperatura e umidade relativa respectivamente



Diante disso, os resultados obtidos das curvas de protrusão radicular anormal com e sem o percentual de sementes verdes permitem constatar que houve diferenças entre si com relação aos tratamentos e ambientes em estudo, exceto para a cultivar 7677 RSF IPRO. Verifica-se que, aproximadamente aos 40 dias a cultivar 7677 RSF IPRO apresentou elevação no número de protrusão radicular anormal para os tratamentos de 4%, 8%, 12% e 16% com e sem sementes verdes, o decréscimo dessas plântulas é observado a partir de 60 dias, exceto para 4%, que ocorreu próximo aos 80 dias.

Ao observar as curvas de protrusão radicular anormal da cultivar M7119 IPRO exposta ao ambiente de 35°C e 75%, verifica-se comportamento inverso ao das cultivares 7677 RSF IPRO e M7119 IPRO exposta ao ambiente de 40°C e 80%, onde ao invés da diminuição do número de protrusão radicular anormal ao longo do tempo (comportamento sigmoidal), houve acentuada elevação dessas plântulas até a morte das sementes. Observa-se que para as curvas sem sementes verdes os tratamentos de 8%, 12% e 16% apresentou aumento crescente de plântulas anormais, exceto 4% que apresentou diminuição até aproximadamente 40 dias, e posterior elevação. Ao avaliar as curvas com os tratamentos de sementes verdes, nota-se que houve modificação das curvas de 8%, 12% e 16%, onde houve diminuição de plântulas anormais até aproximadamente 40 dias com posterior elevação, o tratamento de 4% apresentou o mesmo comportamento com e sem os percentuais de sementes verdes.

Ao avaliar as curvas de protrusão radicular anormal da cultivar M7119 IPRO agora exposta ao ambiente 40°C e 80%, observa-se que as curvas dos tratamentos de 8%, 12%, 16% sem sementes verdes, apresentaram diminuição gradativa de plantas anormais, exceto para o tratamento de 4%, onde constatou elevação próximo aos 10 dias e, com acentuado decréscimo próximo aos 20 dias. Ao adicionar os percentuais de sementes verdes aos dados, novamente nota-se modificação nas curvas, em que, para este ambiente o aumento de protrusão radicular anormal é notado aos 15 dias, e posteriormente ocorre o decréscimo das mesmas.

De acordo com estes resultados, evidencia-se que quando há o incremento de sementes verdes à amostra de sementes amarelas, as cultivares de soja respondem diferentemente, variando em função do ambiente em que são submetidas.

Durante o armazenamento, em ciclo normal, as sementes deterioram-se, perdendo o vigor, tornando-se mais sensíveis aos estresses durante a germinação, assim ocorre o decréscimo de plântulas normais e o aumento de plântulas anormais, e finalmente, morrem, entretanto, ao longo desta pesquisa foi verificado que as sementes com retenção de clorofila apresentaram qualidade fisiológica comprometida desde a fase inicial das análises, onde na maioria avaliações observou-se um elevado percentual de protrusão, entretanto, com incapacidade de desenvolver uma plântula normal, classificando-se como protrusão radicular anormal, e logo as sementes com pigmento verde apresentaram incapacidade de protrusão, sendo considerada como morta, este evento possivelmente justifica as variações das curvas de protrusão anormal quando houve o acréscimo de sementes verdes. Este fato também foi visualizado por Zorato et al. (2007), quando compararam a qualidade fisiológica de sementes verdes e amarelas de soja, verificaram que sementes com resíduos verdes mostraram taxa de deterioração avançada diferindo de forma significativa de sementes amarelas, estes autores verificaram também um menor potencial de armazenabilidade dessas sementes. Em outro estudo França Neto et al. (2012) constatou que à medida que ocorrem acréscimos dos níveis de semente verde no lote, normalmente há redução acentuada da germinação, do vigor e da viabilidade da mesma. Esta influência negativa da porcentagem de sementes com retenção de clorofila na germinação é confirmada por diversos estudos (LUCCAS, 2018; ZORATO et al., 2007; PÁDUA et al., 2009; FRANÇA NETO et al., 2012).

Os resultados do agrupamento pelo método “Distância Euclidiana, Ligação Única” das cultivares de soja 7677 RSF IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% de temperatura e UR respectivamente, e M7119 IPRO submetida ao ambiente de 35° e 40°C e 75 e 80% de temperatura e umidade relativa respectivamente, estão apresentados na figura 4. Este método permitiu dividir os 4 tratamentos (4%, 8%, 12% e 16%) em 3 grupos distintos para os 3 ambientes em estudos. O grupo 1 foi formado pelo tratamento de 4%, o grupo 2 conta com o tratamento de 16% e o grupo 3 foi formado pelos tratamentos de 8% e 12% para as cultivares 7677 RSF IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% e M7119 IPRO exposta ao ambiente 40°C e 80%, para a cultivar M7119 IPRO submetida ao ambiente 35° e 75% o grupo 1 foi composto pelo tratamento de 16%, o grupo 2 foi formado pelo tratamento de 4% e por fim o grupo 3 composto pelo tratamento 8% e 12%. Embora os resultados das cultivares 7677 RSF

I PRO e M7119 I PRO submetidas ao ambiente de 35°C e 75% não tenham diferido, observa-se que a formação dos grupos se distinguiu.

Constata-se que o grupo 3 composto pelo tratamento 8% e 12% para todos os ambientes em estudo apresentou similaridade de 90.94% para as cultivares 7677 RSF I PRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% e M7119 I PRO submetida ao ambiente de 35° 75%, e para cultivar M7119 I PRO exposta ao ambiente 40°C e 80% apresentou similaridade 88.22 % (Tabela 1), estes resultados indicam que estes tratamentos podem ocasionar impactos semelhantes na qualidade fisiológica em um lote de sementes de soja.

O grupo 2 formado pelo tratamento de 16% para a cultivar 7677 RSF I PRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% apresentou 87,17% de similaridade com grupo 3 compostos pelos tratamentos de 8% e 12%, estes resultados indicam também que para este ambiente e cultivar, estes tratamentos também exercem influência semelhantes na qualidade de sementes, entretanto, para a cultivar M7119 I PRO exposta ao ambiente 40°C e 80% o grupo 2 apresentou similaridade inferior com o grupo 3, de 67,39%.

O grupo 1 formado pelo tratamento de 4% para a cultivar 7677 RSF I PRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% exibiu similaridade de 12,26% em relação aos demais grupos, se distinguindo significativamente dos grupos 2 e 3, enquanto para a cultivar M7119 I PRO exposta ao ambiente de 40°C e 80% a similaridade para este grupo foi maior, apresentando 42,23% com grupos 2 e 3.

Para a cultivar M7119 I PRO e ambiente 35°C e 75%, observa-se que o grupo 2 composto pelo tratamento de 4% apresentou 87,17% de semelhança com o grupo 3, formado pelos tratamentos de 8% e 12%, e o grupo 1 composto pelo tratamento de 16% apresentou 12,26% de similaridade com grupos 2 e 3, se distinguindo significativamente. Desta forma, verifica-se que os resultados expressos foram distintos para as cultivares e ambientes em estudos, com isso acredita-se que, embora as sementes verdes exerçam efeito na qualidade fisiológica de sementes, é possível inferir que o ambiente e a cultivar são fatores determinantes na resposta do comportamento dos percentuais de sementes verdes em amostra de sementes de soja.

Figura 4 - Agrupamento das cultivares de soja 7677 RSF IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% de temperatura e UR respectivamente, e M7119 IPRO submetida ao ambiente de 35° e 40°C e 75 e 80% de temperatura e umidade relativa respectivamente, segundo os tratamentos de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes

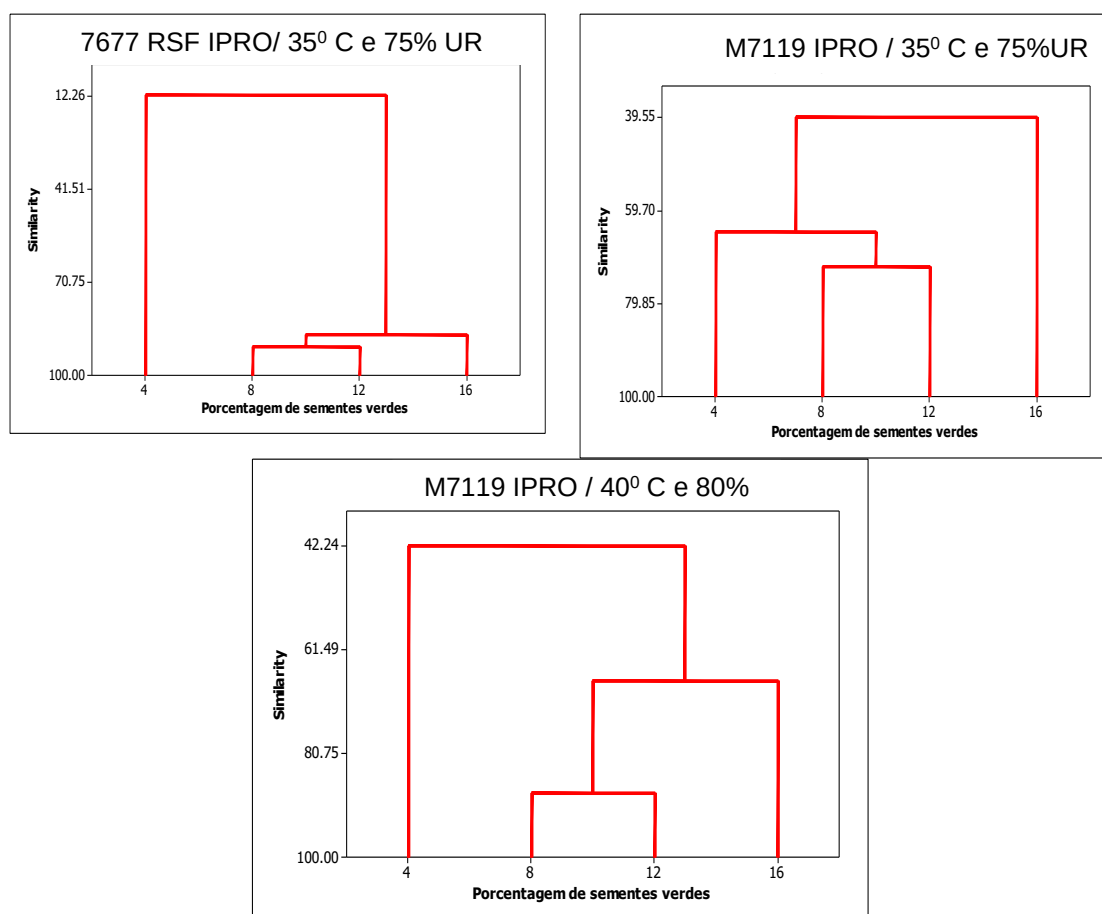


Tabela 1 - Similaridade do agrupamento das cultivares de soja 7677 RSF IPRO submetida ao ambiente de 35°C e 75% de temperatura e UR respectivamente, e M7119 IPRO submetida ao ambiente de 35° e 40°C e 75% e 80% de temperatura e umidade relativa respectivamente, segundo os tratamentos de 4%, 8%, 12% e 16% de sementes verdes

Cultivar	Ambiente	Clusters	Similaridade
7677 RSF IPRO	35°C e 75%	3	90.94
-	-	2	87.17
-	-	1	12.26
M7119 IPRO	35°C e 75%	3	90.94
-	-	2	87.17
-	-	1	12.26
M7119 IPRO	40°C e 80%	3	88.22
-	-	2	67.39
-	-	1	42.23

2.4 CONCLUSÃO

O ambiente de 40°C e 80% UR diminuiu a longevidade das sementes da cultivar M7119 IPRO de maneira significativa quando comparado ao ambiente de 35°C e 75%.

Os percentuais de sementes verdes exercem influência na qualidade fisiológica dos lotes de sementes, entretanto, houve variação desta resposta quanto a influência entre as cultivares e ambientes neste estudo.

Os tratamentos de 8% e 12% exercem impactos semelhantes na qualidade de sementes de soja para todos os ambientes e cultivares em estudo.

REFERÊNCIAS

- BEWLEY J. D. et al. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 408 p. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras Para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 395 p. 2009.
- CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: G.M.S. CÂMARA, 2000.p.81-120.
- ELLIS. R.H.; ROBERTS, E.H. **Improved equations for the predction of seed longevity**. *Annals of Botany* 45; 13-30. Fontes de rotina. Anais da Academia Brasileira de Ciencias 38:321-323,1980.
- FRANÇA NETO, J.B. et al. Semente esverdeada de soja: causas e efeitos sobre o desempenho fisiológico - Série Sementes. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, Londrina, v.91, p. 1-15, 2012.
- FRANÇA NETO, J. B.; et al. Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica. **Embrapa Soja-Circular Técnica**, **38**. Londrina. 8 p. 2005.
- Clima e previsão do tempo (CLIMATEMPO). Clima e previsão do tempo de Campo Alegre de Goiás. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/2739/campoalegredegoias-go>. Acesso em: 10 Dez. 2020.
- Lattin, J., Carroll, J.D., Green, P.E. 2011. **Análise de dados multivariados**. Cengage Learning, São Paulo, Brazil. 475 p.
- LEPRINCE, O. et al. Late seed maturation: drying without dying. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 68, n. 4, p. 827-841, 2017.
- LUCCAS, D. **Caracterização fisiológica, bioquímica e molecular em sementes de soja (*glycine max* (L.) merr.) com retenção de clorofila**. 2018. 195 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP, 2018.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.
- PÁDUA, G. P. et al. Response of soybean genotypes to the expression of green seed under temperature and water stresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 140–149, 2009b.

PÁDUA, G. et al. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 112–120, 2007.

PARDO, F.F. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja esverdeadas em diferentes tamanhos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 3, p. 39-43, 2015.

Rangel, M. A. S., Minuzzi, A., Pièrezan, L., Teodósio, T. K. C., Ono, F. B., Cardoso P. C. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do Estado do Mato Grosso do Sul, **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 127-132, 2011.

Sediyama, C.A.Z. Physiological quality of soybean seed cultivars by osmoconditioning. **Comunicata Scientiae**, v. 3, p. 90-97, 2012.

SUTHERLAND, J. R.; DIEKMANN, M.; BERJAK, P. (eds.). **Forest tree seed health for germplasm conservation**. Rome, Italy: IPGRI, 2002. 85 p. (IPGRI technical bulletin, 6)

TEIXEIRA, R.N. et al. Gene expression profiling of the green seed problem in soybean. **BMC plant biology**, London, v. 16, n. 1, p. 37, 2016.

ZINSMEISTER et al. ABI5 is a regulator of seed maturation and longevity in legumes. **The Plant Cell**, Rockville, v. 28, p. 2735-2754, 2016.

ZORATO, M. F. et al. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 11–19, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Cauchy-SSF estimou o maior número de valores de P50 de sementes com percentuais de sementes verdes, apresentando superioridade na estimação com relação as funções Probit, Logit, Stukel e Aranda-Ordaz.

A redução significativa da longevidade das sementes da cultivar M7119 IPRO, foi resultado da temperatura e UR no qual foram expostas, 40°C e 80%.

A resposta da influência de sementes verdes na amostra é determinado principalmente pelo ambiente.

Os tratamentos de 8% e 12% exercem impactos semelhantes na qualidade de sementes de soja para todos os ambientes e cultivares em estudo.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, C.; Simplificação da equação de viabilidade para prever a longevidade de sementes de milho e soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.911-917, 2004.
- BEWLEY J. D. et al. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 408 p. 2013.
- BONAT, W.H; RIBEIRO JR, P. J.; ZEVIANI, W.M.; Regression models with responses on the unity Interval: specification, estimation and comparison. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.30, n.4, p.415-431, 2012.
- BURRIS, J.S. Maintenance of soybean seed quality in storage as influenced by moisture, temperature and genotype. **Iowa State Journal of Research**, v.54, p.377-389, 1980.
- CORDEIRO, G.; DEMÉTRIO, C. **Modelos lineares generalizados**. In: Simpósio de estatística aplicada à experimentação agrônômica. SEAGRO, 12.; reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria. RBRAS, 52. Santa Maria. Minicurso. Santa Maria: UFSM, 2007.
- COSTA, N.P. et al. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja 1. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 102-107, 2001.
- Ellis, R.H.; Roberts E.H. Improved equations for the prediction of seed longevity. **Annals of Botany**, v.45, p.13-30,1980.
- FINNEY, D. J. **Probit Analysis**, 2. ed. London: Cambridge University Press. 1962. 318 p.
- FRANÇA NETO, J. B.; et al. Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica. **Embrapa Soja-Circular Técnica**, 38. Londrina. 8 p. 2005.
- FRANÇA NETO, J. B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (Documentos, 380).
- FUKUSHIMA, P.S.; LANFER-MARQUEZ, U.M. Chlorophyll derivatives of soybean during maturation and drying conditions. In: international soybean processing and 84 utilization conference, 3., 2000, Tsukuba. **Proceedings...** p. 87-88. Foz do Iguaçu, 2000.
- KEW ROYAL BOTANIC GARDENS. Seed viability equation: viability utility. Richmond, 2016. Disponível em: <<http://data.kew.org/sid/viability/>>. Acesso em 05Dez. 2019

GUTIERREZ, L. et al. Combined networks regulating seed maturation. **Trends in plant science**, v. 12, n. 7, p. 294-300, 2007.

Hay, F.R., A. Mead, M. Bloomberg. Modelling seed germination in response to continuous variables: use and limitations of Probit analysis and alternative approaches. **Seed Science Research**. v. 24, n. 03, p.165-186, 2014. Cambridge University Press (CUP).

LEPRINCE, O. et al. Late seed maturation: Drying without dying, Oxford University Press. **Journal of experimental botany**, v. 68, n. 4, p. 827-841, 2017.

LIMA, J. J. P. et al. Molecular characterization of the acquisition of longevity during seed maturation in soybean. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1–25, 2017.

LUCCAS, D. A. **Caracterização fisiológica, bioquímica e molecular em sementes de soja (*glycine max (l.) merr.*) com retenção de clorofila**. 2018. 195 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP, 2018.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2ª ed. 660 p. 2015.

PÁDUA, G. P. et al. Response of soybean genotypes to the expression of green seed under temperature and water stresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 140–149, 2009.

Pereira-Neto, L.G. Longevidade de sementes de *astronium fraxinifolium* schott: Estudos fisiológicos, bioquímicos e moleculares, 2016. 136 f Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP, 2016.

PÁDUA, G. et al. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 112–120, 2007.

POPINIGS, F. Fisiologia da semente. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RANGEL et al. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 127-132, 2011.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p.499-514, 1973.

Schneider, C.F. et al. Longevity equations for pigeon pea seeds. **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal Of Agricultural And Environmental Sciences**, [s.l.], v. 60, n. 1, p.53-59, 2017

Souza, F.H. et al. Longevity of *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi seeds stored under different conditions. **Journal of Seed Science**, v.39, n.3, p.288-296, 2017.

SANTOS, A. R. P. **Funções de ligação na determinação de longevidade de sementes de soja**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP, 2018.

STUKEL, T. A. Generalized logistic models. **Journal of the American Statistical Association**, v.83, n.402, p.426{431, 1988.

Tang, S., Tekrony, D.M., Egli, D.B, Cornelius P.L. 1999b. Survival Characteristics of Corn Seed during Storage: II. Rate of Seed Deterioration. Published in Crop Sci. 39:1400–1406

TEIXEIRA, R. N. et al. Gene expression profiling of the green seed problem in Soybean. **BMC Plant Biology**, London, v. 1, p. 16–37, 2016.

ZINSMEISTER et al. ABI5 is a regulator of seed maturation and longevity in legumes. **The Plant Cell**, Rockville, v. 28, p. 2735-2754, 2016.

ZORATO, M. F. et al. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 11–19, 2007.