

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de
25/02/2023

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



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



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



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).

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.