

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 01/06/2023

At the author's request, the full text of this thesis / dissertation will not be available online until June 1, 2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Botucatu



**KEYSE CRISTINA MENDES LOPES**

**PREDIÇÃO DA LONGEVIDADE DE SEMENTES DE SOJA POR PARÂMETROS  
BIOQUÍMICOS**

**Botucatu**

**2021**



**KEYSE CRISTINA MENDES LOPES**

**PREDIÇÃO DA LONGEVIDADE DE SEMENTES DE SOJA POR PARÂMETROS  
BIOQUÍMICOS**

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

Orientador(a): Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Márcia P. Sartori

Coorientador(a): Prof<sup>a</sup> Dra. Daiani Ajala Luccas

**Botucatu**

**2021**

L864p

Lopes, Keyse Cristina Mendes

Predição da longevidade de sementes de soja por parâmetros bioquímicos / Keyse Cristina Mendes Lopes. -- Botucatu, 2021  
54 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Maria Marcia Pereira Sartori

Coorientadora: Daiani Ajala Luccas

1. Condutividade elétrica. 2. Longevidade de sementes. 3. Ajustes.  
4. Modelos matemáticos. 5. Análise de sementes. 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: PREDIÇÃO DA LONGEVIDADE DE SEMENTES DE SOJA POR PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

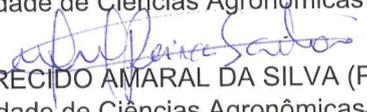
**AUTORA: KEYSE CRISTINA MENDES LOPES**

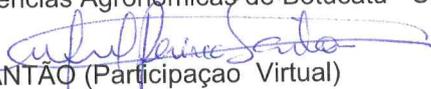
**ORIENTADORA: MARIA MÁRCIA PEREIRA SARTORI**

**COORIENTADORA: DAIANI AJALA LUCCAS**

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

  
Pesquisadora Dr.<sup>a</sup> MARIA MÁRCIA PEREIRA SARTORI (Participação Virtual)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

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

  
Prof. Dr. RENATO FERNANDES CANTÃO (Participação Virtual)  
Física, Química e Matemática / Universidade Federal de São Carlos

Botucatu, 01 de junho de 2021



*À mulher que me inspira cada dia a ser uma pessoa melhor,  
tia Marinete Mendes, por todo apoio que me deste durante  
toda a minha caminhada acadêmica.*

*dedico.*



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade que me foi concedida e ter me permitido chegar até aqui com todo seu amor e proteção que tens por mim.

Aos meus familiares (Keila Mendes, Ana Karine Mendes, Katiuse Mendes, Marly Mendes, Ulisses Mendes, Ana Cécilia, João Lucas, Lindonaide Garcês, Kauã Mendes, Cláudia Mendes) por toda força, incentivo para não desistir dos meus sonhos mesmo diante de todas as dificuldades e por todo apoio no decorrer de minha vida se fazendo sempre presente. Especialmente minhas primas que tenho como irmãos.

A minha tia/mãe Marinete Mendes obrigada por tudo, pois sem a senhora não seria quem sou hoje, minha eterna gratidão.

A minha mãe por mesmo sem entender muitas coisas nunca interferiu na educação que eu tive e se mostra ali sempre apoiado.

A minha vó Serafina Mendes e minha madrinha Aldenora Mendes Reis obrigada pelo amor e carinho que tem e sempre tiveram por mim.

A Isaías por todo amor, companheirismo, incentivo e por ser meu porto seguro nos momentos bons e difíceis longe de casa. Obrigada por tudo.

A minha amiga e irmã Raissa Martins, por todos os momentos (bons e ruins) que se mostrou presente me apoiando e dando muita força para continuar.

A minha orientadora, Professora Doutora Maria Márcia Pereira Sartori, pela orientação, muito obrigada pelos ensinamentos transmitidos, pela paciência, confiança e palavras de incentivo.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa de MODELSTAT: Gabriela Nunes, Lucas Vasconcelos, Michelane Lima, Amanda Rithieli, Brunna Rithielly, Mónica Córdoba. Em especial as meninas que me ajudaram nas análises, muito obrigada vocês foram essenciais para execução do projeto.

A minha coorientadora, Daiani Ajala Luccas, pela co-orientação durante o mestrado, muito obrigada por todas as considerações e palavras de incentivo.

Aos meus amigos que adquiri ao longo do mestrado Odila Friss, Ivanayra Mendes, Larissa Bernardes obrigada por todo apoio e palavras de incentivo.

Ao meu amigo Ricardo Tajra por todo o suporte de acolhimento e carinho que teve comigo sempre ali para me ajudar. Sou eternamente grata por tudo que fez por mim.

Ao Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva, pelos ensinamentos e por ter disponibilizado o Laboratório de Análises de sementes, o qual foi fundamental para realização deste trabalho.

As técnicas dos laboratórios, Valéria Giandoni e Iara Brito, pelas profissionais que são, por todo conhecimento transmitido, pela amizade e ajuda na execução do projeto.

Aos colegas de laboratório de sementes (LAS) por transmitirem seus conhecimentos e serem sempre atenciosos e estarem dispostos a ajudar.

Aos meus amigos da graduação, Cinara Siqueira, Patrycia Amorim, Jéssica Almeida, Sandy Ranchel, Werly Soeiro, Daniel Gusmão e Lúelio Serejo obrigada pelo carinho, amizade, apoio, conversas trocadas e palavras de incentivo.

A Gerdson Gaspar e Maria de Jesus Gaspar, obrigada por tudo que fizeram por mim.

A todos os funcionários do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal (Agricultura) e aos da Seção Técnica de Pós-Graduação

A Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP/FCA), e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Agricultura, pela oportunidade de se tornar aluna desta instituição de ensino e pesquisa para realização do curso de mestrado.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

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

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou o teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com minha destra fiel”.

BÍBLIA. Isaías. Português. *In*: Bíblia sagrada: antigo e novo testamento. Tradução de João Ferreira de Almeida. Barueri: Sociedade Bíblica do Brasil, 1993. Cap. 41, ver. 10.



## RESUMO

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 partir desse ponto, inicia-se a deterioração, que pode ser retardada ou mantida numa velocidade mínima por condições ideais de colheita, secagem e armazenamento, numa tentativa de manter a qualidade tão próximo quanto possível do ponto mais alto atingido. A utilização de testes como condutividade elétrica, na avaliação da qualidade das sementes, agrega informações que permitem conhecer mais detalhes sobre o processo de envelhecimento e deterioração de sementes. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da condutividade elétrica na obtenção da longevidade por diferentes funções de ligação. As sementes foram provenientes do município de Campo Alegre – GO na safra 2017/2018, foram realizados testes de germinação, teor de água, longevidade e condutividade elétrica. Os dados foram transformados pelas funções de Cauchy-SSF, Logit e Probit com ajustes realizados por regressão linear, o que permitiu a determinação do P50 para cada amostra, e posteriormente o P50 foi verificado para ver se estava incluso dentro do intervalo de interesse. Conclui-se que a cultivar 8473 RSF RR, mostrou longevidade superior que as outras cultivares dos lotes e que a função de Cauchy-SSF estimou o maior número de P50 das sementes avaliadas, apresentando superioridade na estimação. Entretanto, para as análises entre P10 ao P95 a função de Logit foi a que apresentou maior porcentagem de Pi dentro do intervalo esperado II (61%), mostrando melhoria de 8% quando comparados o antes e o após o ponto de redução da aceleração da condutividade elétrica.

**Palavras-chaves:** condutividade elétrica; longevidade de sementes; ajustes; modelos matemáticos; análise de sementes.



## ABSTRACT

Seed longevity is defined as the total period that a seed can remain viable, when stored under favorable environmental conditions, for each species. From that point onwards, deterioration begins, which can be slowed down or kept at a minimum speed by ideal conditions of harvesting, drying and storage, in an attempt to maintain quality as close as possible to the highest point reached. The use of tests such as electrical conductivity, in the evaluation of seed quality, adds information that allows knowing more details about the aging and deterioration process of seeds. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of electrical conductivity in obtaining longevity for different bonding functions. The seeds came from the municipality of Campo Alegre – GO in the 2017/2018 harvest, germination, water content, longevity and electrical conductivity tests were performed. Data were transformed by Cauchy-SSF, Logit and Probit functions with adjustments performed by linear regression, which allowed the determination of the P50 for each sample, and later the P50 was checked to see if it was included within the range of interest. It was concluded that the 8473 RSF RR cultivar showed superior longevity than the other cultivars of the lots and that the Cauchy-SSF function estimated the highest P50 number of the evaluated seeds, showing superiority in the estimation. However, for the analyzes between P10 and P95, the Logit function was the one that presented the highest percentage of  $P_i$  within the expected range II (61%), showing an 8% improvement when compared before and after the point of reduction of the acceleration of the Electric conductivity.

**Keywords:** electrical conductivity; seed longevity; adjustments; mathematical models; seed analysis.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Precipitação média acumulada e temperatura do ar, no município de Campo Alegre de Goiás-GO, 2018.....32
- Figura 2** - Comportamento da condutividade e protrusão dos cultivares BRS 6979 IPRO (A e B), 7677RSF IPRO (C e D), 8473 RSF IPRO (E e F), 8579 RSF IPRO (G e H) e M7119 IPRO (I e J), durante o período avaliação..... 39
- Figura 3** - Ajustes das regressões lineares dos dados transformados pelas funções de Probit, Logit, Cauchy-SSF das cultivar BRS 6979 IPRO (A), 7677 RSF IPRO (B), 8473 RSF RR 8579 (C), RSF IPRO(D) e M7119 IPRO (E) de sementes de sojas, armazenadas em temperatura constante de 35°C e umidade relativa (UR) de 75%.....42



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Funções de ligação usadas para ajustar os dados de longevidade de sementes de soja. ....34
- Tabela 2** - Parâmetros de avaliação da viabilidade em função do tempo (dias) observado para as cultivares (BRS 6979 IPRO, 7677 RSF IPRO, M 7119 IPRO, 8579 RSF IPRO e 8473 RSF RR) de sementes de soja. ....37
- Tabela 3** - Equação do ajuste da viabilidade e da condutividade elétrica e número de dias de estabilidade (ponto de intersecção) da viabilidade para sementes de cinco cultivares de soja. ....41
- Tabela 4** -  $K_i$ ,  $1/\sigma$ , desvio amostral (S) e coeficiente de determinação das cultivares (BRS 6979 IPRO, 7677 RSF IPRO, M 7119 IPRO, 8579 RSF IPRO e 8473 RSF RR) pelas funções Cauchy-SSF, Logit e Probit de sementes de soja, armazenadas em temperatura constante de 35°C e 75% umidade relativa (UR). ....43
- Tabela 5** -  $K_i$ ,  $1/\sigma$ , desvio amostral (S) e coeficiente de determinação, após o período anterior a redução da aceleração da CE, das cultivares (BRS 6979 IPRO, 7677 RSF IPRO, M 7119 IPRO, 8579 RSF IPRO e 8473 RSF RR) pelas funções Cauchy-SSF, Logit e Probit de sementes de soja, armazenadas em temperatura constante de 35°C e 75% umidade relativa (UR). ....44
- Tabela 6** - P15 ao P95 sem correção dos dados das cultivares (BRS 6979 IPRO, 7677 RSF IPRO, M 7119 IPRO, 8579 RSF IPRO e 8473 RSF RR) pelas funções Cauchy-SSF, Logit e Probit para sementes de soja, armazenadas em temperatura constante de 35°C e 75% umidade relativa (UR). ....46
- Tabela 7** - P15 ao P95 após correção dos dados das cultivares (BRS 6979 IPRO, 7677 RSF IPRO, M 7119 IPRO, 8579 RSF IPRO e 8473 RSF RR) pelas funções Cauchy-SSF, Logit e Probit para sementes de soja,

armazenadas em temperatura constante de 35°C e 75% umidade  
relativa (UR)..... 47

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Vigor de sementes de soja.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2</b>	<b>Avaliação do vigor .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>Condutividade elétrica em sementes de soja .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4</b>	<b>Longevidade de sementes de soja.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5</b>	<b>Modelos aplicados à longevidade de sementes .....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*, (L) Merrill) é uma das leguminosas mais importantes no mundo. Além do seu valor nutricional, no Brasil ela desempenha um importante papel socioeconômico, onde se adaptou gerando empregos e contribuindo para a economia. Com uma área plantada de 36,9 milhões de hectares, no ano agrícola de 2019/2020 a produção da soja no Brasil foi de 124,8 milhões de toneladas, com produtividade média de 3.379 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2020).

A qualidade da semente é um fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada e o armazenamento é uma prática fundamental que pode ajudar na manutenção de sua qualidade fisiológica (AZEVEDO et al., 2003). A capacidade da semente se manter viável e os fatores que influenciam a longevidade no decorrer do processo de armazenamento das têm sido motivos de muitos estudos (BEWLEY et al., 2013; LEPRINCE et al., 2017).

O envelhecimento da semente armazenada é um fenômeno natural, e as sementes tendem a perder viabilidade, mesmo sob condições ideais de armazenamento. A intensidade e a velocidade de deterioração das sementes são inerentes às espécies (MARCOS FILHO, 2015). A deterioração da semente se inicia a partir da maturidade fisiológica, chamada de deterioração zero, e continua até a perda da sua capacidade de germinar. A semente incapaz de alguma germinação visível é considerada morta (BEWLEY et al., 2013).

Para Cardoso et al. (2012), o processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente. Dentre os fatores que afetam a qualidade durante o armazenamento estão a temperatura e o teor de água da semente. Segundo Berbert et al. (2008), o teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração da semente durante o armazenamento. Mantendo-se baixo o teor de água e a temperatura do grão, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados. A temperatura e a umidade relativa são determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante o armazenamento e alterações na qualidade do produto e, em contrapartida, dos subprodutos (KONG et al., 2008; MALAKER et al., 2008).

A utilização de testes como condutividade elétrica, na avaliação da qualidade das sementes, agrega informações que permitem conhecer mais detalhes sobre o

processo de envelhecimento e deterioração de sementes. Estes estudos bioquímicos para avaliação da deterioração de sementes têm sido cada vez mais usados.

Poder estimar a perda da viabilidade de sementes ao longo do tempo de armazenamento por meio de modelos matemáticos, pode proporcionar agilidade na tomada de decisão e redução nos prejuízos econômicos causados pela utilização de sementes de baixa qualidade (AFONSO JÚNIOR et al., 2000). Modelos matemáticos de natureza linear ou não, são utilizados para descrever as respostas do desenvolvimento biológico em relação ao ambiente, como crescimento vegetal e até estudos epidemiológicos (CRAMER 2003).

O processo de germinação de sementes ao longo do tempo é comumente descrito por meio de equações não lineares (JOOSEN et al., 2010; GOMES NETO, et al., 2018). Desta forma, Santos (2018), propôs o modelo Cauchy-SSF, que é a função Cauchy modificada, originalmente proposta por Bonat et al. (2012). A função modificada trocou a equação trigonométrica pela equação hiperbólica da tangente, adaptando-a aos comportamentos de degradação das sementes. Já a função Probit é usada para prever a longevidade de sementes, para dados de sobrevivência das sementes armazenadas ao longo do tempo, este modelo representa a distribuição cumulativa da distribuição normal (FINEY, 1962). O modelo Logit usa a função de distribuição cumulativa da equação logística (CORDEIRO; DEMÉTRIO, 2007). Dito isto, é importante fazer comparações entre modelos, a fim de verificar qual apresenta melhor ajuste ao conjunto de dados.

Diante do exposto, a hipótese do trabalho é que a condutividade melhora o ajuste dos modelos para encontrar valores de longevidade mais adequados. Portanto, o objetivo-se foi avaliar a influência da condutividade elétrica na predição da longevidade por diferentes funções de ligação.

## 5 CONCLUSÕES

A cultivar 8473 RSF RR, apresentou maior longevidade em relação às demais cultivares dos lotes avaliados. No entanto, para as análises dos Pi entre P10 ao P95 a função de Probit foi a que apresentou maior porcentagem de Pi dentro do intervalo esperado II, mostrando melhoria de 10% quando comparado o antes e o após a correção dos dados a partir da redução da aceleração da Condutividade Elétrica.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO JUNIOR, P.C.; CORREA P.C.; QUEIROZ, D.M.; Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, v. 4, n. 3. p.403-408, 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. (Ed.). The seed vigor test committee. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, Nebraska: AOSA, 1983. 93p. (The handbook on seed testing, Contribution 32).
- AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p. 519-24, 2003.
- BERBERT, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J. S. (Ed) **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.63-107.
- BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; EBERHARDT, P. E. R.; EICHHOLZ, C. J.; GREHS, R. C.; Indicações Técnicas para Produção de Sementes de Feijão para a Agricultura Familiar. Londrina-PR, Embrapa Clima Temperado, 2013. p. 16. (**Circular Técnica, 141**).
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H. W.M.; NONOGAKI, H.; **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013. 408 p.
- BONAT, W. H; RIBEIRO JUNIOR, 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, 2009.
- CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.272-278, 2012.
- CARVALHO, L. F.; SEDIYAMA, C. S.; REIS, M. S.; DIAS, D. C. F. S.; MOREIRA, M. A. Influência da temperatura de embebição da semente de soja no teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.9-17, 2009
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência e tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 5.ed., 2012. 590p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: Safra 2019/2020, 12º levantamento, setembro de 2020**.

Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> . Acesso em: 20 fev. 2021.

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.

CORRÊA, P. C.; JÚNIOR, P. C. A. Uso do teste de condutividade elétrica na avaliação dos danos provocados por diferentes taxas de secagem em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.1, n.1, p. 21-26, 1999.

COSTA, C. J.; VILLELA, F. A.; BERTONCELLO, M. R.; TILLMANN, M. A. A.; MENEZES, N. L. Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.198-207, 2008.

CRAMER, J. S. **The origins and development of the Logit model**. University of Amsterdam and Tinbergen Institute, Amsterdam. 2003. Disponível em: <[http://www.cambridge.org/resources/0521815886/1208\\_default.pdf](http://www.cambridge.org/resources/0521815886/1208_default.pdf)>. Acesso em: 24/08/2018.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, p.427-452, 1973.

DELOUCHE, J.C. **Seed maturation**. In: handbook of Seed Technology. Mississippi State University, State College, Mississippi. p.17-21,1971.

DESWAL, D. P.; SHEORAN, I. S. A simple method for seed leakage measurement: applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, v.21, p.179-185, 1993.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine Max (L.) Merrill*). **Scientia Agricola**, v.53, p.31-42, 1996.

DORNBOS, D. L. Production environment and seed quality. In: Basra, A. S, ed. **Seed Quality: basic mechanisms and agricultural implications**, New York: Haworth Press, 119-145, 1995.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S. Teste de deterioração controlada na determinação do vigor em sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, n. 1, p.19-23, 2008.

ELLIS, R. H.; PIETÁ FILHO, C. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. **Seed Science Research**, Wallingford, v.2, n.1, p.9-15, Mar., 1992.

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

ELLIS, R.H.; ROBERTS, E. H. Towards a rational basis for testing seed quality. In: Hebblethwaite PD, ed. **Seed production**. London: Butterworths, 605–635, 1980b.

FARIA, R. Q.; SANTOS, A. R. P.; AMORIM, D. J.; CANTÃO, R. F.; SILVA, E. A. A.; SARTORI, M. M. P. Probit or Logit? Which is the better model to predict the longevity of seeds? **Seed Science Research**, v. 30, p.49–58, 2020.

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 Agronômicas, Botucatu, SP, 2019.

FESSEL, S. A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C. R.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

FESSEL, S. A.; VIEIRA, R. D.; CRUZ, M. C. P.; PAULA, R. C.; PANOBIANCO, M. Teste de condutividade elétrica de sementes de milho influenciada pela temperatura e período de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 10, p. 1551-1559, 2006.

FINCH-SAVAGE, W. E. BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation, **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 3, p. 567-591, 2016.

FINCH-SAVAGE, W. E. The use of population-based threshold models to describe and predict the effects of seedbed environment on germination and seedling emergence of crops. In: Benech-Arnold. RL. Sánchez RA, eds. **Handbook of seed physiology: applications to agriculture**, New York: Haworth Press, 51–96. 2004.

FINNEY, D. J. **Probit Analysis**, 2. ed. London: Cambridge University Press. 1962. 318 p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING., A. A; PÁDUA, G. P.; LORINI.; HENNING, F. A. I Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (**Documentos**, 380).

GOMES NETO, V.; RIBEIRO, P. R.; DEL-BEM, L. E.; BERNAL, D. T.; LIMA, C. S. T.; LIGTERINKE, W.; FERNANDEZ, L. G.; CASTRO, R. D. Characterization of the superoxide dismutase gene family in seeds of two *Ricinus communis*L. genotypes submitted to germination under water restriction conditions. **Environmental and Experimental Botany**, v. 155, p.453-463, 2018.

HAMPTON, J. G.; JOHNSTONE, K. A.; EUA-UMPON, V. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean and French bean seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 20, n. 3, p. 677-686, 1992.

HAMPTON, J.G.; COOLBEAR P. Potential versus actual seed performance—can vigour testing provide an answer. **Seed Science and Technology**, p. 215–228, 1990.

HODGKIN, THEGARTY, T. W. Genetically determined variation in seed germination and field emergence of *Brassica oleracea*. **Annals of Applied Biology**, p. 407–413, 1978.

ISELY, D. Vigor test. **Proceedings of Association of Official Seed Analysts**, v.47, p.176-182,1957.

ISTA. **International rules for seed testing**. Basserdorf, Switzerland: International Seed Testing Association, 2015.

JOOSEN, R. V. L.; KODDE, J.; WILLEMS, L. A. J.; LIGTERINK, W.; VAN DER PLAS, L. H. W.; HILHORST, H. W. M. Germinator: A software package for high-throughput scoring and curve fitting of Arabidopsis seed germination. **The Plant Journal**, v. 62, n. 1, p. 148-159, 2010.

KAPS, M.; LAMBERSON, W. R. **Biostatistics for animal science**. London: CABI publishing, 2004. 459 p.

KONG, F.; CHANG, S. K. C.; LIU, Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v.73, p.134-144, 2008.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Londrina-PR, Embrapa Clima Temperado, 2018. p. 24. (**Circular Técnica, 136**).

LEOPOLD, A. A. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. **Plant Physiology**, v. 65, n. 4, p. 1096-8, 1980.

LEPRINCE, O.; PELLIZZARO, A.; BERRIRI, S.; BUITINK, J.; Late seed maturation: drying without dying. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 68, n. 4, p. 827-841, 2017.

LIMA, L. B.; MARCOS FILHO, J. Procedimentos para condução de testes de vigor baseados na tolerância ao estresse térmico em sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1 p. 045-053, 2011.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, p.37-53, 1988.

LUDWIG, V.; BERGHETTI, M. R. P.; ROSSATO, F. P.; WENDT, L. M.; SCHULTZ, E. E.; BOTH, V.; BRACKMANN, A. Impact of controlled atmosphere storage on physiological quality of soybean seed, **Journal of Stored Products Research**, v. 90, p. 101749, 2021.

MALAKER, P. K.; MIAN, I. H.; BHUIYAN, K. A.; AKANDA, A. M.; REZA, M. M. A. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v.33, p.469-477, 2008.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 1-21.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MCDONALD, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of official Seed Analysts**, v.65, p.109-139, 1975

MIRA, S.; ESTRELLES, E.; BENITO, M. E. G.; CORBINEAU, F. Biochemical changes induced in seeds of Brassicaceae wild species during ageing. **Acta Physiologiae Plantarum**, Cracóvia, v. 33, n. 5, p. 1803- 1809, 2011.

MURPHY, J. B.; NOLAND, T. L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, v. 69, n. 2, p. 428-431, 1982.

OLIVEIRA, P. D.; BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; GIOMO, G. S.; LIMA, R. R.; CARDOSO, R. A. Physiological aspects of coffee beans, processed and dried through different methods, associated with sensory quality. **Coffee Science**, Lavras, v.8, n.2, p.211-220, 2013.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity and deterioration of soybean seeds exposed to different storage conditions. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, p.97-105, 2007.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effect of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, p.621-627, 1996.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, v.27, p.945-949, 1999.

PEREIRA, C. C.; OLIVEIRA, P. D.; ISQUIERDO, E. P., BORÉM, F. M.; TAVEIRA, J. H. S.; ALVES, G. E. Análise fisiológica de grãos de café submetidos a diferentes tipos de processamento e métodos de secagem. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 22 a 25 de Agos. de 2011.

POWELL, A. A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, v.10, p.81-100, 1986.

POWELL, A. A. Seed vigor and its assessment. In: Basra AS. ed. **Handbook of seed science and technology**. CRC Press, Boca Raton, p. 60–648, 2006.

RESENDE, O.; ULLMANN, R.; SIQUEIRA, V. C.; CHAVES, T. H.; FERREIRA, L. U. Modelagem matemática e difusividade efetiva das sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) durante a secagem. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.6, p.1123-1135, 2011.

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.

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

SANTOS, A. R. P.; FARIA, R. Q.; AMORIM, D. J.; SILVA, E. A. A.; SARTORI, M. M. P. Função de ligação de Cauchy para avaliação de P50 de longevidade de sementes de soja. **Caderno de Trabalhos do III Encontro Luso-Galaico de Biometria**, Aveiro – Portugal, 2018.

SANTOS, J. F.; ALVARENGA, R. O.; TIMÓTEO, T. S.; CONFORTO, E. C.; MARCOS FILHO J.; VIEIRA R. D. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, 33: 743-751, 2011.

SCHMIDT, D. H.; TRACY, W. F. Duration of imbibition affects seed leachate conductivity in sweet corn. **HortScience**, v.24, p.346-347, 1989.

SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R.C.T.; NOGUEIRA, A.P.O. Importância econômica da semente. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologia de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenias, 2013. p.11-14.

STYER, R. C.; CANTLIFFE, D. J. O. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v.108, p.721-728, 1983.

VIEIRA, R. D. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p.1-26.

VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Avaliação do potencial fisiológico de sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenias, 2013. p.109-127.

VIEIRA, R. D.; PENARIOLA, L., PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 9, p.1333-1338, 2002.

VIEIRA, R. D.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; RUCKER, M. Electrical conductivity of soybean seeds after storage in several environments. **Seed Science and Technology**, v.29, p. 599-608, 2001.

VILLELA, F. A.; PEREZ, W. B. Tecnologia de sementes - coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Coord.). **Germinação - do básico ao aplicado**, Porto Alegre: Artmed, 2004. p.265-80.

WANG, L.; HU, W.; ZAHOR, R.; YANG, X.; WANG, Y. Cool temperature caused by late planting affects seed vigor via altering kernel biomass and antioxidant metabolism in cotton (*Gossypium hirsutum* L.), **Field Crop. Res.**, 236 (2019), pp. 145-154.

WHITTINGTON, W. J. Genetic regulation of germination. In: Heydecker W, ed. **Seed ecology**. London: Butterworths, p. 5–30, 1973.