

**MATHEUS SANTIN PADILHA**

**VIGOR DE SEMENTES E FORMAÇÃO DE PLÂNTULAS DE FEIJÃO SOB  
ESTRESSE POR ALTA TEMPERATURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Prof. Dr.<sup>a</sup> Cileide Maria Medeiros Coelho

**LAGES-SC  
2019**

Padilha, Matheus Santin

Vigor de sementes e formação de plântulas de feijão sob estresse por alta temperatura / Matheus Santin Padilha. – Lages, 2019. 93p.

Orientadora: Cileide Maria Medeiros Coelho

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2019.

1. Qualidade Fisiológica. 2. Mobilização de reservas. 3. Composição Bioquímica. 4. Phaseolus vulgaris. I. Padilha, Matheus Santin. II. Coelho, Cileide Maria Medeiros. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título



## RESUMO

PADILHA, Matheus Santin. **Vigor de sementes e formação de plântulas de feijão sob estresse por alta temperatura.** 2019. 75 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2019.

A mobilização de reservas e, conseqüentemente, a formação de uma plântula normal é um processo determinante para o estabelecimento de plântulas a campo. A mobilização pode variar de acordo com o genótipo e a condição ambiental, sendo necessário determinar as relações entre esses fatores sobre a mobilização das reservas. A pesquisa foi dividida em dois capítulos, com objetivo de avaliar a dinâmica de reservas durante o processo de germinação de sementes (Capítulo 1) e, verificar mobilização de reservas dos componentes bioquímicos das sementes durante o processo de formação de plântulas sobre estresse por alta temperatura (Capítulo 2) em sementes de feijão com diferentes níveis de vigor. No capítulo 1, foram utilizados seis cultivares de feijão (BAF07, BAF13, BAF23, BAF42, BAF55 e BAF112), produzidos na safra 2017/2018. Com a caracterização da qualidade fisiológica (germinação, envelhecimento acelerado (EA), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MSP)) foi possível identificar dois grupos: alto vigor (BAF13, BAF42, BAF55 e BAF112) e baixo vigor (BAF07 e BAF23). Após a caracterização, foi realizada a avaliação da mobilização das reservas (massa seca de sementes inicial (MSS) e de plântulas (MSP), redução de reservas da semente (RRS), taxa de redução de reservas (TRRS), taxa de mobilização de reservas (TMR) e eficiência de uso das reservas (EUR)). Foi possível identificar diferenças no padrão de mobilização das reservas entre as cultivares de alto e baixo vigor, em que, foi observada correlação positiva das variáveis TRRS e TMR com o EA. No capítulo 2, foram utilizadas duas cultivares com vigor contrastante, sendo, alto vigor (BAF55) e baixo vigor (BAF07). As sementes foram submetidas a estresse por alta temperatura durante a Fase III do processo de germinação e, a mobilização das reservas foi avaliada por CP, MSP, TRRS e TMR. Para as análises bioquímicas em cada período de avaliação foi realizada a separação das estruturas (eixo embrionário e cotilédones) e foi realizada a avaliação dos componentes bioquímicos (amido, redução de amido, açúcares solúveis, proteína total, proteína solúvel e perfil eletroforético (SDS-PAGE), fósforo total, fósforo inorgânico) e a atividade enzimática (alfa amilase) durante o processo de formação de plântulas. O padrão de mobilização difere entre as cultivares, sendo que a cultivar com maior vigor apresentou maior capacidade de superar a condição de estresse imposta, apresentando melhor desempenho nos parâmetros CP, MSP, TRRS e TMR. Por outro lado, a cultivar com maior vigor apresentou menor teor de açúcares solúveis e atividade de alfa amilase em cotilédones, menor teor de proteínas solúveis em eixo embrionário, e maior atividade de alfa amilase nos cotilédones. Dessa forma, foi possível identificar que a maior capacidade de mobilização e uso dos compostos solúveis, favoreceu a formação de plântulas de maior vigor pela cultivar BAF55 e; cultivares de feijão com maior vigor possuem maior atividade de alfa amilase mesmo em condições de estresse.

**Palavras Chave:** Qualidade fisiológica. Mobilização de reservas. Composição bioquímica. *Phaseolus vulgaris* L.



## ABSTRACT

PADILHA, Matheus Santin. **Seed vigor and seedling growth of common bean under heat stress**. 2019. 75 p. Dissertation (Master in Plant Production). Universidade do Estado de Santa Catarina. Postgraduate Program in Plant Production, Lages, 2019.

The reserve mobilization and seedling growth is a determining process for the establishment of seedlings. The mobilization is dependent of the genotype and the environmental condition, and it is necessary determine the relations between these factors on the reserve mobilization. The research was divided in two chapters, with the objective of evaluating the dynamics of reserves during the seed germination process (Chapter 1), and to verify the reserves mobilization of the biochemical components of the seeds during seedling formation on heat stress (Chapter 2) in bean seeds with different levels of seed vigor. In Chapter 1, six bean cultivars (BAF07, BAF13, BAF23, BAF42, BAF55 and BAF112) produced in the 2017/2018 harvest were used. With characterization of physiological quality (germination, accelerated aging (AA), seedling length (SL) and seedling dry mass (DMS)) was possible to identify two groups: higher vigor (BAF13, BAF42, BAF55 and BAF112) and low vigor (BAF07 and BAF23). After the characterization, the reserve mobilization (initial seed dry mass (ISDW) and seedlings (DMS), seed reserve reduction (SRR), seed reserve reduction rate (SRRR), reserve mobilization rate (RMR), and seed reserve utilization efficiency (SRUE)). It was possible to identify differences in the pattern of reserve mobilization between high vigor and low vigor cultivars. Positive correlation between SRRR and RMR variables was observed with seed vigor. In Chapter 2, two cultivars with different vigor levels were used, high vigor (BAF55) and low vigor (BAF07). Seeds were subjected to heat stress during Phase III of the germination process, and reserve mobilization was evaluated by SL, DMS, SRRR and RMR. The biochemical components (starch, starch reduction, soluble sugars, total protein, soluble protein and electrophoretic profile (SDS-PAGE), total phosphorus and inorganic phosphorus) and enzymatic activity (alpha amylase) were determined during the seedling formation process. These analyses were performed in embryonic axis and cotyledons. The pattern of mobilization differs among cultivars, and the cultivar with higher vigor showed a greater capacity to overcome the heat stress, presenting higher SL, DMS, SRRR and RMR. Therefore, the cultivar with higher vigor presented lower soluble sugar content in cotyledons, lower soluble protein content in the embryonic axis, and higher alpha amylase activity in the cotyledons. In this way, it was possible to identify that the greater capacity of mobilization and use of the soluble compounds by higher vigor seeds and; bean cultivars with higher vigor have higher alpha amylase activity under stress conditions.

**Keywords:** Physiological quality. Reserve mobilization. Biochemical composition. *Phaseolus vulgaris* L.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Países com maior destaque na produção de feijão no mundo (2007-2017).	21
Figura 2 – Representação esquemática do padrão trifásico de absorção de água durante a hidratação de sementes.	25
Figura 3 – Análise de componentes principais determinando as relações entre as variáveis e as cultivares.	42
Figura 4 – Curva padrão de hidratação das cultivares BAF07 e BAF55 realizada em 25 °C.	58
Figura 5 – Comprimento de plântula (CP) e massa seca de plântula (MSP) avaliada nos períodos determinados em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.	60
Figura 6 – Taxa de redução de reservas da semente (TRRS) e taxa de mobilização de reservas (TMR) avaliada em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.	62
Figura 7 – Redução de amido (RA) presente nos cotilédones em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.	64
Figura 8 – Atividade da enzima alfa amilase em cotilédone quantificado nos períodos determinados durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.	67
Figura 9 – Eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE) de cotilédones em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.	69
Figura 10 – Diferença na intensidade de bandas (1) observada nos cotilédones em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 (F, G, H, I, J) e BAF55 (A, B, C, D, E) determinadas pelo software GelAnalyzer.	70





## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de produtividade, área plantada e produção total de grão de feijão no Brasil das safras 2014/2015-2018/2019.....	21
Tabela 2 – Grau de umidade (GU), peso de mil sementes (PMS), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de plântulas (CP) de cultivares de feijão.....	38
Tabela 3 – Massa seca de plântula (MSP), massa seca da semente (MSS), massa seca restante em cotilédones (MSRC), redução de reservas da semente (RRS), taxa de redução de reservas da semente (TRRS), taxa de mobilização de reservas (TMR) e, eficiência de uso de reservas (EUR) de cultivares de feijão.....	40
Tabela 4 – Coeficientes de correlação de Pearson obtidos entre os parâmetros avaliados.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 5 – Germinação (G), emergência a campo (EC), envelhecimento acelerado (EA), estresse por alta temperatura (EAT), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MSP) das cultivares de feijão.....	57
Tabela 6 – Comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MSP), taxa de redução de reservas (TRRS) e taxa de mobilização de reservas (TMR) entre plântulas em condições ótimas (G) e sob o estresse por alta temperatura (EAT) após 120 horas de hidratação.....	59
Tabela 7 – Teor de amido quantificado em cotilédones em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.....	63
Tabela 8 – Açúcares solúveis totais quantificados nos cotilédones e no eixo embrionário em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.....	65
Tabela 9 – Proteína solúvel quantificada nos cotilédones e no eixo embrionário em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas dos cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.....	68
Tabela 10 – Proteína total e fósforo total quantificados nos cotilédones em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.....	71
Tabela 11 – Fósforo inorgânico quantificado nos cotilédones e no eixo embrionário em diferentes períodos durante o processo de formação de plântulas das cultivares BAF07 e BAF55 com estresse por alta temperatura.....	72



## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.1	OBJETIVO GERAL.....	19
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
2	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
2.1	FEIJÃO ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.): IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA.....	20
2.2	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES.....	23
2.3	GERMINAÇÃO E FORMAÇÃO DE PLÂNTULAS.....	25
2.4	ESTRESSE ABIÓTICO: EFEITOS NO DESEMPENHO DE PLANTAS.....	27
3	<b>CAPÍTULO 1 – MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE CULTIVARES DE FEIJÃO E A SUA RELAÇÃO COM O VIGOR DE SEMENTES</b> .....	31
3.1	RESUMO.....	31
3.2	ABSTRACT.....	33
3.3	INTRODUÇÃO.....	35
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
3.6	CONCLUSÕES.....	44
4	<b>CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE FEIJÃO SOB ESTRESSE POR ALTA TEMPERATURA</b> .....	45
4.1	RESUMO.....	45
4.2	ABSTRACT.....	47
4.3	INTRODUÇÃO.....	49
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	50
4.4.1	<b>Avaliação da qualidade fisiológica</b> .....	51
4.4.2	<b>Determinação da Mobilização de reservas</b> .....	52
4.4.3	<b>Determinação da curva padrão de hidratação</b> .....	52
4.4.4	<b>Avaliações bioquímicas, químicas e fisiológicas sob estresse por alta temperatura</b> .....	52
4.4.5	<b>Análise Estatística</b> .....	56
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.6	CONCLUSÕES.....	75
5	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS E PERSPECTIVAS</b> .....	77
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79
	<b>ANEXOS</b> .....	91



### 3 CAPÍTULO 1 – MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE CULTIVARES DE FEIJÃO E A SUA RELAÇÃO COM O VIGOR DE SEMENTES

#### 3.1 RESUMO

O processo de mobilização de reservas é determinante durante o processo de formação de plântulas e estabelecimento das culturas. A mobilização pode ser afetada pela massa seca da semente, a quantidade de reservas reduzidas e a capacidade de mobilização, sendo que, a relação entre o vigor inicial das sementes e essas características ainda não é bem definida. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a relação da mobilização de reservas com o vigor de sementes de cultivares de feijão. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram utilizadas seis cultivares de feijão, em que, a avaliação da qualidade fisiológica foi definida pelo teste de germinação, teste de envelhecimento acelerado e pelo comprimento de plântulas; a mobilização de reservas foi avaliada pela massa seca de sementes inicial (MSS) e de plântulas (MSP), redução de reservas da semente (RRS), taxa de redução de reservas (TRRS) e mobilização de reservas (TMR), e pela eficiência de uso das reservas (EUR). Após a avaliação da qualidade fisiológica foi possível determinar duas classes de vigor, determinadas como alto e baixo vigor. Foi verificada diferença significativa entre os parâmetros de mobilização de reservas e os níveis de vigor. Com os resultados obtidos foi possível determinar que a MSS de feijão influencia na formação de plântulas com maior massa seca e, as cultivares com maior vigor apresentam maior TRRS e maior TMR.

**Palavras Chave:** *Phaseolus vulgaris* L., crescimento de plântulas, germinação, envelhecimento acelerado.



## RELATIONSHIP BETWEEN SEED VIGOR AND RESERVE MOBILIZATION OF COMMON BEAN CULTIVARS

### 3.2 ABSTRACT

Reserve mobilization is decisive during the process of seedling formation and establishment of crops. Reserve mobilization may be affected by seed dry mass, the amount of reduced reserves and mobilization capacity, and the relationship between initial seed vigor and these characteristics is not so clear. The present study had as objective to evaluate the relation of reserve mobilization and seed vigor of common bean cultivars. Six common bean cultivars were used; the physiological quality was determined by the germination test, the accelerated aging test and the seedling length; the reserve mobilization was evaluated by the initial seed dry weight of seeds (ISDW) and dry mass of seedling (DMS), seed reserve reduction (SRR), seed reserve reduction rate (SRRR) and reserve mobilization rate (RMR), and by the seed reserve utilization efficiency (SRUE). The parameters used to evaluate the physiological quality allowed to determine two classes of seed vigor (high and low). There was a significant difference between the reserve mobilization parameters and the vigor levels. Our results suggest that the ISDW of common bean seeds influences the formation of seedling with higher dry mass and, the cultivars with greater seed vigor has higher SRRR and RMR.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., seedling growth, germination, accelerated aging.





## 4 CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE FEIJÃO SOB ESTRESSE POR ALTA TEMPERATURA

### 4.1 RESUMO

Para garantir o processo de produção em condições de estresses ambientais, a qualidade de sementes, principalmente o vigor, favorece o estabelecimento das plantas a campo com potencial para alto desempenho. O trabalho teve como objetivo avaliar a hidrólise e mobilização de reservas durante o processo de formação de plântulas de feijão em condição de estresse por alta temperatura, buscando identificar os componentes que são determinantes para o alto vigor. Para a execução do experimento foram utilizadas as cultivares BAF07 (baixo vigor) e BAF55 (alto vigor). As sementes foram submetidas a estresse por alta temperatura durante a Fase III (EAT) do processo de germinação e, a mobilização dos componentes bioquímicos (amido, açúcares solúveis, proteína total, proteína solúvel, fósforo total, fósforo inorgânico) e a atividade enzimática (alfa amilase) das cultivares foram avaliadas durante o processo de formação de plântulas. O estresse por alta temperatura afetou o desempenho de plântulas de ambas as cultivares, sendo que, a cultivar BAF55 apresentou maior comprimento de plântulas, massa seca de plântulas e taxa de mobilização de reservas em relação a cultivar BAF07. A cultivar BAF55 após passar pelo EAT apresentou maior conteúdo de açúcares ( $45,81 \text{ mg g}^{-1}$ ) em relação ao BAF07 ( $25,83 \text{ mg g}^{-1}$ ) assim como, maior atividade da enzima alfa amilase. Dessa forma, é possível concluir que as sementes com maior vigor, apresentam maior capacidade de superar condições de estresse durante o processo de germinação, apresentando maior teor de açúcares solúveis e, apresentam maior atividade de alfa amilase mesmo em condições de estresse.

**Palavras Chave:** vigor, amido, proteína solúvel, açúcares solúveis, fósforo, *Phaseolus vulgaris* L.



## **BIOCHEMICAL COMPOSITION AND RESERVE MOBILIZATION OF COMMON BEAN SEEDS UNDER HEAT STRESS**

### **4.2 ABSTRACT**

The seed vigor can be an option to adaptation strategy in response to climate changes, Seedling establishment is an important process that is affected by seed vigor. The objective of this work was to evaluate the hydrolysis and mobilization of starch, protein and phosphorus during the process of seedling formation of common bean under heat stress to determine the biochemical components related to seed vigor. The cultivar BAF07 (low vigor) and BAF55 (higher vigor) were used. Seeds were subjected to a heat stress during phase III of the germination process and the reserve mobilization (starch, starch reduction, soluble sugars, total protein, soluble protein, total phosphorus, inorganic phosphorus) and enzymatic activity (alpha amylase) of the cultivars were evaluated. Heat stress affected seedling performance, and higher vigor cultivar (BAF55) remain superior to the BAF07. In conclusion, the cultivar with higher vigor presented lower soluble sugar content in cotyledons, lower soluble protein content in the embryonic axis, and higher alpha amylase activity in the cotyledons. In this way, it was possible to identify that the greater capacity of mobilization and use of the soluble compounds by higher vigor seeds and; bean cultivars with higher vigor have higher alpha amylase activity under stress conditions.

**Keywords:** vigor, starch, soluble protein, soluble sugar, phosphorus, *Phaseolus vulgaris* L.



## REFERÊNCIAS

ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **Estatísticas**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>. Acesso em: 01 mar. 2019.

ADHIKARI, U.; NEJADHASHEMI, A. P.; WOZNICKI, S. A. Climate change and eastern Africa: a review of impact on major crops. **Food and Energy Security**, v.4, n.2, p.110-132, 2015.

AL-AMERY, M.; GENEVE, R.L.; SANCHES, M.F.; ARMSTRONG, P.R.; MAGHIRANG, E.B.; LEE, C.; HILDEBRAND, D.F. Near-infrared spectroscopy used to predict soybean seed germination and vigour. **Seed Science Research**, v.28, n.3, p.245-252, 2018.

ALI, Q.; ASHRAF, M.; ANWAR, F. Seed composition and seed oil antioxidant activity of maize under water stress. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.87, n.10, p.1179-1187, 2010.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Vitamins and other nutrients. In: AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Vol. II. AOAC International, Arlington, cap. 45, p.58-61, 1995.

AZEKE, M. A., EGIELEWA, S. J., EIGBOGBO, M. U., IHIMIRE, I. G. Effect of germination on the phytase activity, phytate and total phosphorus contents of rice (*Oryza sativa*), maize (*Zea mays*), millet (*Panicum miliaceum*), sorghum (*Sorghum bicolor*) and wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of food science and technology**, v.48, n.6, p.724-729, 2011.

BELLALLOUI, N., BRUNS, H. A., ABBAS, H. K., MENGISTU, A., FISHER, D. K., & REDDY, K. N. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. **Frontiers in plant science**, v.6, n.31, 2015.

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central Brasileira: 2012-2014**. Documentos/Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2012. 247 p.

BECKLES, D.M.; THITISAKSAKUL, M. How environmental stress affects starch composition and functionality in cereal endosperm. **Starch-Stärke**, v. 66, n. 1-2, p. 58-71, 2014.

BEWLEY, J.D.; BRAFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of development, germination and dormancy**. 3ª ed. New York: Springer, 2013. 392p.

BEWLEY, J.D.; NONOGAKI, H. **Seed maturation and germination**. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.05092-5> Acesso em: 10 mar. 2019.

BISBIS, M.B.; GRUDA, N.; BLANKE, M. Potential impacts of climate change on vegetable production and product quality—A review. **Journal of Cleaner Production**, v.170, p.1602-1620, 2018.

BLUM, A.; SINMENA, B. Wheat seed endosperm utilization under heat stress and its relation to thermotolerance in the autotrophic plant. **Field Crops Research**, v.37, n.3, p.185-191, 1994.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Legislação brasileira sobre sementes e mudas. Lei nº10.711, de 05 de agosto de 2003, Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, 06/08/2003, Seção 1, p.1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BRASIL, Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 20 set. 2013. Seção I, 38p.

BROWN, J.W.S.; MA, Y.; BLISS, F.A.; HALL, T.C. Genetic variation in the subunits of globulin-1 storage protein of French Bean. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 59, p.83-88, 1981.

BUCKERIDGE, M.S.; AIDAR, M.P.M.; SANTOS, H.P.; TINÉ, M.A. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST H.W.M. Desenvolvimento da semente e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHEN, P.S.; TORIBARA, J.R.T.Y.; WARNER, H. Microdetermination of Phosphorus. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 11, p.1756-1758, 1956.

CHEN, L.T.; SUN, A.Q.; YANG, M.; CHEN, L.L.; MA, X.L.; LI, M.L.; YIN, Y.P. Relationships of wheat seed vigor with enzyme activities and gene expression related to seed germination under stress conditions. **The journal of applied ecology**, v.28, n.2, p.609-619, 2017.

CHENG, X.; CHENG, J.; HUANG, X.; LAI, Y.; WANG, L.; DU, W.; ZHANG, H. Dynamic quantitative trait loci analysis of seed reserve utilization during three germination stages in rice. **PLoS One**, v.8, n.11, 2013.

CHENG, J.; CHENG, X.; WANG, L.; HE, Y.; AN, C.; WANG, Z.; ZHANG, H. Physiological characteristics of seed reserve utilization during the early seedling growth in rice. **Brazilian Journal of Botany**, v.38, n.4, p.751-759, 2015.

CHENG, X.; XIONG, F.; WANG, C.; XIE, H.; HE, S.; GENG, G.; ZHOU, Y. Seed reserve utilization and hydrolytic enzyme activities in germinating seeds of sweet corn. **Pakistan Journal of Botany**, v.50, n.1, p.111-116, 2018.

CLEGG, K. M. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v. 3, p.40-44, 1956.

COELHO, C.M.M.; MOTA, M.R.; SOUZA, C.D.; MIQUELLUTI, D.J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.097-105, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária safra 2015/2016**. Brasília, v.3, p.1-174, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária safra 2017/2018**. Brasília, v.5, p.1-111, 2017.



CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos safra 2017/2018**. Brasília, v. 5, n.9, 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Indicadores da Agropecuária**. – Brasília, v. 28, n. 4, 2019.

COPELAND, L.O.; MCDONALD, M.B. Seed vigor and vigor testing. In: COPELAND, L.O. **Principles of Seed Science and Technology**. Springer, Boston, MA, 2001. p.165-191.

CORBINEAU, F. Markers of seed quality: from present to future. **Seed Science Research**, v.22, n.S1, p.S61-S68, 2012.

COSTA, G. E. A.; QUEIROZ-MONICI, K. S.; REIS, S. M. P. M.; OLIVEIRA, A. C. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food chemistry**, v.94, n.3, p.327-330, 2006.

DELARMELINO-FERRARESI, L.M.; VILLELA, F.A.; TIAGO Z. AUMONDE, T.Z. Desempenho fisiológico e composição química de sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 9, n.1, p.14-18, 2014.

DELGADO, C.M.L.; COELHO, C.M.M; BUBA, G.P. Mobilization of reserves and vigor of soybean seeds under desiccation with glufosinate ammonium. **Journal of Seed Science**, v.37, n.2, p.154-161, 2015.

EHRHARDT-BROCARD, N.C.M.; COELHO, C.M.M. Hydration patterns and physiologic quality of common bean seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, 1791-1799, 2016.

ERBAŞ, S.; TONGUÇ, M.; ŞANLI, A. Mobilization of seed reserves during germination and early seedling growth of two sunflower cultivars. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 89, 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization. **FAOSTAT on-line database**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 02 abr. 2019.

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.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. il. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.380). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2019.

GALOTTA, M.F.; PUGLIESE, P.; GUTIÉRREZ-BOEM, F.H.; VELIZ, C.G.; CRIADO, M. V.; CAPUTO, C.; ROBERTS, I.N. Subtilase activity and gene expression during germination and seedling growth in barley. **Plant Physiology and Biochemistry**. 2019.

GEPTS, P.; BLISS, F.A. F1 hybrid weakness in the common bean: Differential geographic origin suggests two gene pools in cultivated bean germplasm. **Journal of Heredity**, v.76, n.6, p.447-450, 1985.

GEPTS, P.; OSBORN, T.C.; RASHKA, K.; BLISS, F.A. Phaseolin-protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): evidence for multiple centers of domestication. **Economic botany**, v.40, n.4, p.451-468, 1986.

GEPTS, P. Biochemical evidence bearing on the domestication of *Phaseolus* (Fabaceae) beans. **Economic Botany**, v.44, n.3, p.28-38, 1990.

GEPTS, P.; ARAGÃO, F.J.; BARROS, E.; BLAIR, M.W.; BRONDANI, R.; BROUGHTON, W.; MCCLEAN, P. Genomics of *Phaseolus* Beans, a Major Source of Dietary Protein and Micronutrients in the Tropics. In: DELMER, D. P. **Genomics of tropical crop plants**. P. H. Moore, & R. Ming (Eds.). Springer Science + Business Media, LLC. 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-0-387-71219-2.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

GINDRI, D. M.; COELHO, C.M.M.; SOUZA, C.A.; HEBERLE, I.; PREZZI, H.A. Qualidade de sementes de acessos de feijão sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, n.2, p.152-160, 2017.

GUGLIELMINETTI, L.; YAMAGUCHI, J.; PERATA, P.; ALPI, A. Amylolytic activities in cereal seeds under aerobic and anaerobic conditions. **Plant Physiology**, v.109, n.3, p.1069-1076, 1995.

HAMPTON, J.G.; BOELT, B.; ROLSTON, M.P.; CHASTAIN, T.G. Effects of elevated CO<sub>2</sub> and temperature on seed quality. **The Journal of agricultural science**, v.151, n.2, p.154-162, 2013.

HAMPTON, J.; CONNER, A.; BOELT, B.; CHASTAIN, T.; ROLSTON, P. Climate change: seed production and options for adaptation. **Agriculture**, v.6, n.3, 2016.

HANSEN, J.; SATO, M.; RUEDY, R.; SCHMIDT, G. A.; LO, K.; PERSIN, A. **Global temperature in 2015**. GISS, NASA, NY. 2016. Disponível em: URL: <http://data.giss.nasa.gov>. Acesso em: 10 maio 2019.

HAN, C.; YIN, X.; HE, D.; YANG, P. Analysis of proteome profile in germinating soybean seed, and its comparison with rice showing the styles of reserves mobilization in different crops. **PLoS One**, v.8, n.2, e56947, 2013.

HASANUZZAMAN, M.; NAHAR, K.; ALAM, M.; ROYCHOWDHURY, R.; FUJITA, M. PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL, AND Molecular Mechanisms of Heat Stress Tolerance in Plants. **International Journal of Molecular Science**, v.14, n.5, p.9643–9684, 2013.

HASANUZZAMAN, M.; NAHAR, K.; RAHMAN, A.; MAHMUD, J. A.; HOSSAIN, M.S.; FUJITA, M. Soybean Production and Environmental Stresses. **Environmental Stresses in Soybean Production**, p.61–102, 2016.

HENNING, F.A.; MERTZ, L.M.; JUNIOR, E.A.J.; MACHADO, R.D.; FISS, G.; ZIMMER, P.D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v.69, n.3, p.727-733, 2010.

HUANG, M.; WANG, Q.G.; ZHU, Q.B.; QIN, J.W.; HUANG, G. Review of seed quality and safety tests using optical sensing technologies. **Seed Science and Technology**, v.43, n.3, p.337-366, 2015.

KAPOOR, N.; ARYA, A.; SIDDIQUI, M.A.; KUMAR, H.; AMIR, A. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seeds of rice (*Oryza sativa* L.). **American Journal of Plant Physiology**, v.6, n.1, p.28-35, 2011.

KARMOUS, I.; EL FERJANI, E.; CHAOUI, A. Copper excess impairs mobilization of storage proteins in bean cotyledons. **Biological trace element research**, v. 144, n. 1-3, p. 1251-1259, 2011.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **A alta qualidade da semente de soja**: fator importante para a produção da cultura. Embrapa Soja - Circular Técnica 136 (INFOTECA-E), 2018.

KOLASINSKA, K.; SZYRMER, J.; DUL, S. Relationship between laboratory seed quality tests and field emergence of common bean seed. **Crop science**, v.40, p.470-475, 2000.

KORRES, N.E.; NORSWORTHY, J.K.; TEHRANCHIAN, P.; GITSOPOULOS, T.K.; LOKA, D.A.; OOSTERHUIS, D. M.; ... PALHANO, M. Cultivars to face climate change effects on crops and weeds: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.36, n.1, 2016.

LAEMMLI, U. K. Preparation of slab gels for one-or two-dimensional Polyacrylamide sodium dodecyl sulfate gel electrophoresis. **Nature**, v.227, p.680-685, 1970.

LAZAR, I.; LAZAR, I. **Gel Analyzer 2010a**: Freeware 1D gel electrophoresis image analysis software. 2010.

LIPIEC, J.; DOUSSAN, C.; NOSALEWICZ, A.; KONDRACKA, K. Effect of drought and heat stresses on plant growth and yield: a review. **International Agrophysics**, v.27, n.4, p.463-477, 2013.

MCCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; SILVIERA, V.; OWENS, H.S. Determination of starch and amylose in vegetables. **Analytical chemistry**, v. 22, n. 9, p. 1156-1158, 1950.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015a. 495p.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 72, n.4, p.363-374, 2015b.

MARTINS, A.B.N.; MARINI P.; BANDEIRA, J.M.; VILLELA, F.A.; DE MORAES, D.M. Analysis of seed quality: a nonstop evolving activity. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, n.49, p.3549-3554, 2014.

MATTHEWS, S.; NOLI, E.; DEMIR, I.; KHAJEH-HOSSEINI, M.; WAGNER, M.H. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization. **Seed Science Research**, v.22, n.S1, p.S69-S73, 2012.

MAVI, K.; DEMIR, I.; MATTHEWS, S. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. **Seed Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 14-25, 2010.

MCDONALD, M.B. The history of seed vigor testing. **Journal of Seed Technology** v.17, p.93-101, 1993.

MEMBRIN, R.P.; RIBEIRO, N.D.; HENNING, L.M.M.; HENNING, F.A.; BARKERT, K. A. Seleção de linhagens de feijão com base no padrão e na qualidade de sementes. **Revista Caatinga**, v.28, n.3, p.141–156, 2015.

MENTEN, J.O.M.; MORAES, M.H.D.; NOVENBRE, A.D.L.C.; ITO, M.A. **Qualidade das sementes de feijão no Brasil**. 2006. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_2/SementesFeijao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/SementesFeijao/index.htm)>. Acesso em: 05 set. 2018.

MICHELS, A.F., SOUZA, C.A., COELHO, C.M.M., ZILIO, M. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas no oeste e planalto catarinense. **Revista Ciência Agrônômica**, v.45, n.3, p.620-632, 2014.

MONTOYA, C.A.; LETERME, P.; VICTORIA, N.F.; TORO, O.; SOUFFRANT, W.B.; BEEBE, S.; LALLÈS, J.P. Susceptibility of Phaseolin to in Vitro Proteolysis Is Highly Variable across Common Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n.6, p.2183–2191, 2008.

MONTOYA, C.A.; LALLÈS, J.P.; BEEBE, S.; LETERME, P. Phaseolin diversity as a possible strategy to improve the nutritional value of common beans (*Phaseolus vulgaris*). **Food Research International**, v.43, n.2, p.443–449, 2010.

MONTZKA, S.A.; DLUGOKENCKY, E.J.; BUTLER, J.H. Non-CO<sub>2</sub> greenhouse gases and climate change. **Nature**, v.476, n.7358, p.43, 2011.

NADEEM, M.; MOLLIER, A.; MOREL, C.; PRUD'HOMME, L.; VIVES, A.; PELLERIN, S. Remobilization of seed phosphorus reserves and their role in attaining phosphorus autotrophy in maize (*Zea mays* L.) seedlings. **Seed Science Research**, v.24, n.3, p.187-194, 2014.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 1-24.

NAVARRO, M.; FEBLES, G.; HERRERA, R.S. Vigor: essential element for seed quality. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v.49, n.4, 2015.

NERLING, D.; COELHO, C.M.M.; BRÜMMER, A. Biochemical profiling and its role in physiological quality of maize seeds. **Journal of Seed Science**, v.40, n.1, p.7-15, 2018.

NONOGAKI, H. **Seed germination and reserve mobilization**, in: Encyclopedia of Life Sciences, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 2008. Disponível em: [www.els.net](http://www.els.net), doi:10.1002/9780470015902.a0002047.pub2. Acesso em: 03 maio 2019.

OLIVEIRA, G.E.; PINHO, R.G.V.; ANDRADE, T.D.; PINHO, É.V.D.R.V.; SANTOS, C.D.D.; VEIGA, A.D. Physiological quality and amylase enzyme expression in maize seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, v.37, n.1, p.40-48, 2013.

PEREIRA, T., COELHO, C. M. M., DOS SANTOS, J. C. P., BOGO, A., & MIQUELLUTI, D. J. Diversidade no teor de nutrientes em grãos de feijão crioulo no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.3, 477-485, 2011.

PEREIRA, W.A.; PEREIRA, S.M.A.; DIAS, D.C.F.D.S. Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds and on early development of seedlings. **Journal of Seed Science**, v.35, n.3, p.316-322, 2013.

PEREIRA, W.A.; PEREIRA, S.M.A.; DIAS, D.C.F.D.S. Dynamics of reserves of soybean seeds during the development of seedlings of different commercial cultivars. **Journal of Seed Science**, v.37, n.1, p.63-69, 2015.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. AGIPLAN. Brasília, 289p. 1985.

PRAZERES, C.S.; COELHO, C.M.M. Hydration curve and physiological quality of maize seeds subjected to water deficit. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.3, 2017.

RABOY, V.; DICKINSON, D.B. Effect of phosphorus and zinc nutrition na soybean seed phytic acid and zinc. **Plant Physiology**, v. 75. n. 4, 1984.

RAMPIM, L.; LIMA, P.R.; HERZOG, N.F.M.; ABUCARMA, V.M.; MEINERS, C.C.; DO CARMO LANA, M.; ...; MALAVASI, U.C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja comercial e salva. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 4, p. 476-486, 2016.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018

SHARAFI, S.; KHANEH, Z.; AKHLAGHI, S.; JOUYBAN, Z. Germination, seed reserve utilization and seedling growth rate of five crop species as affected by salinity and drought stress. **Life Science Journal**, v.9, n.1s, p.94-101, 2012.

SÁNCHEZ-CHINO, X.; JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C.; DÁVILA-ORTIZ, G.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, I.; MADRIGAL-BUJADAR, E. Nutrient and nonnutrient components of legumes, and its chemopreventive activity: a review. **Nutrition and cancer**, v.67, n.3, p.401-410, 2015.

SANGHERA, G.S.; WANI, S.H.; HUSSAIN, W.; SINGH, N. Engineering cold stress tolerance in crop plants. **Current genomics**. v.12, n.1, p.30-43, 2011.

SHAIK, S.S.; CARCIOFI, M.; MARTENS, H.J.; HEBELSTRUP, K.H.; BLENNOW, A. Starch bioengineering affects cereal grain germination and seedling establishment. **Journal of experimental botany**, v.65, n.9, p.2257-2270, 2014.

SIGEF. Sistema de Gestão da Fiscalização. **Indicadores**. Controle da Produção de Sementes e Mudanças. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/sigefsementes/index.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

SNIDER, J.L.; COLLINS, G.D.; WHITAKER, J.; CHAPMAN, K.D.; HORN, P. The impact of seed size and chemical composition on seedling vigor, yield, and fiber quality of cotton in five production environments. **Field crops research**, v.193, p.186-195, 2016.

SOLTANI, A.; GALESHI, S.; ZEINALI, E.; LATIFI, N. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. **Seed Science and Technology**, v.30 n.1, p.51-60, 2002.

SOLTANI, A.; GHOLIPOOR, M.; ZEINALI, E. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. **Environmental and Experimental Botany**, v. 55, n. 1-2, p. 195-200, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed Editora. 2017.

TAN-WILSON, A.L.; WILSON, K.A. Mobilization of seed protein reserves. **Physiologia Plantarum**, v. 145, n. 1, p. 140-153, 2012.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 1 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TEKRONY, D.M. Seed vigor testing - 1982. **Journal of Seed Technology**, p. 55-60, 1983.

UARROTA, V.G.; SEGATTO, C.; VOYTENA, A.P.L.; MARASCHIN, M.; AVILA, L.V.; KAZAMA, D.C.; SOUZA, C.A. Metabolic fingerprinting of water-stressed soybean cultivars by gas chromatography, near-infrared and UV-visible spectroscopy combined with chemometrics. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.205, n.2, p.141-156, 2018.

VOIGT, E. L.; ALMEIDA, T. D.; CHAGAS, R. M.; PONTE, L. F. A.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Source–sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v.166, n.1, p.80-89, 2009.

WANG, Y.; FREI, M. Stressed food – The impact of abiotic environmental stresses on crop quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 141, n.3-4, p.271-286, 2011.

XUE, W.; GIANINETTI, A.; JIANG, Y.; ZHAN, Z.; KUANG, L.; ZHAO, G.,;...; CHENG, J. Roles of seed components in the growth of barley seedlings under salt stress. **Cereal Research Communications**, v.46, n.3, p.436-447, 2018.